



UNISUL

UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

EDER NOGUEIRA ARAUJO

FILOSOFIA AIRBUS – UM PADRÃO DE SEGURANÇA

**Palhoça
2020**

EDER NOGUEIRA ARAUJO

FILOSOFIA AIRBUS – UM PADRÃO DE SEGURANÇA

Monografia apresentada ao Curso de graduação em Ciências Aeronáuticas, da Universidade do Sul de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel.

Orientador: Professor Especialista Antônio Carlos Vieira de Campos

Palhoça

2020

EDER NOGUEIRA ARAUJO

FILOSOFIA AIRBUS – UM PADRÃO DE SEGURANÇA

Esta monografia foi julgada adequada à obtenção do título de Bacharel em Ciências Aeronáuticas e aprovada em sua forma final pelo Curso de Ciências Aeronáuticas da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Palhoça, _____ de _____ de 2020.

Orientador: Prof. Antônio Carlos Vieira de Campos, ESP.

Prof^ª. Patrícia da Silva Meneghel, Dr^ª.

Dedico este trabalho a Deus e a minha família,
são eles que me dão suporte em todos os
momentos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, Ele é a razão de tudo. Em segundo lugar minha família, que me dá suporte para alcançar este sonho. A realização deste trabalho simbolicamente representa uma conquista de vários familiares.

Sou grato aos professores por todos os ensinamentos e experiências compartilhadas e a Unisul, que sempre atendeu minhas demandas de maneira honesta e correta.

RESUMO

A grande redução do número de acidentes aéreos foi alcançada através de um comprometimento da indústria aeronáutica em assumir a segurança de voo como um aspecto fundamental em suas operações. As fabricantes possuem um papel de destaque nessa conquista, pois a cultura de segurança é um elemento decisivo na elaboração da uma aeronave e dos seus sistemas. A presente pesquisa tem o objetivo de ponderar sobre o padrão de segurança da filosofia Airbus e como ele contribui para uma aviação mais segura. Será abordada nesse trabalho a aplicação dos conceitos e características com a segurança, assim como a colaboração da fabricante para que a aviação como um todo tenha êxito em sua função de transportar pessoas resguardadas do perigo ao mesmo tempo em que auxilia os pilotos a operarem a aeronave. Esta é uma pesquisa exploratória, com procedimento bibliográfico, documental e com uma abordagem qualitativa. A exposição de dados deste trabalho foi feita com fundamentação teórica, gráficos e imagens obtidas em sítios eletrônicos de órgãos oficiais de prevenção a acidentes aéreos, além de pesquisas da própria fabricante que demonstram que apesar das dificuldades de implantação de novos sistemas e tecnologias, a segurança de voo aumentou de maneira considerável nas últimas décadas.

Palavras chave: Segurança de voo. Filosofia Airbus.

ABSTRACT

The great reduction in the number of air accidents was achieved through a commitment by the aeronautical industry to having flight safety as a cornerstone in its operations. Manufacturers have a prominent role in this achievement, as the safety culture is a decisive element in the design of an aircraft and its systems. This research aims to consider how Airbus' philosophy contributes to safer aviation. This work will address the Airbus philosophy and how its concepts and characteristics deal with prioritizing safety by collaborating so that aviation as a whole is successful in its function of transporting people safe from danger and, at the same time, helping pilots who operate the aircraft. This is an exploratory research, with bibliographic, documentary procedure and with a qualitative approach. The data exposure of this work was made with theoretical basis, graphics and images obtained on websites of official air accident prevention agencies and through research by the manufacturer itself, which demonstrate that despite the difficulties in implementing new systems and technologies, flight safety has increased considerably in recent decades.

Keywords: Flight safety. Airbus Philosophy.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

- Figura 1** - Painel de uma aeronave modelo Airbus A320.....21
- Figura 2** - Gráfico da média de acidentes fatais por gerações de aeronaves.....24

QUADROS

- Quadro 1** - Incidência de fatores contribuintes em acidentes aéreos.....18

LISTA DE SIGLAS

AFM	Aircraft Flight Manual
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
ATC	Air Traffic Control
CRM	Crew Resource Management
DU	Display Unit
ECAM	Electronic Centralized Aircraft Monitoring
ELAC	Elevator Aileron Computer
FAA	Federal Aviation Administration
FCTM	Flight Crew Training Manual
FCOM	Flight Crew Operating Manual
FMA	Flight Mode Annunciator
FWC	Flight Warning Computer
ICAO	International Civil Aviation Organization
IOSA	Operational Safety Audit
MCDU	Multipurpose Control Display Unit
NTSB	National Transportation Safety Board
ND	Navigation Display
OEB	Operative Engineering Bulletin
PF	Pilot Flying
PFD	Primary Flight Display
PM	Pilot Monitoring
PNF	Pilot Not Flying
QRH	Quick Reference Handbook
SOP	Standard Operating Procedure
VLS	Lowest Selectable Speed
VS	Vertical Speed

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
1.1 PROBLEMA DA PESQUISA.....	13
1.2 OBJETIVOS	13
1.2.1 Objetivo Geral	13
1.2.2 Objetivos Específicos.....	13
1.3 JUSTIFICATIVA.....	13
1.4 METODOLOGIA	15
1.4.1 Corpus da Pesquisa	15
1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	16
2. DESENVOLVIMENTO.....	17
2.1 SEGURANÇA DO VOO	17
2.2 FILOSOFIA OPERACIONAL AIRBUS.....	20
2.3 DISPOSIÇÃO DOS PAINÉIS.....	21
2.4 FLY-BY-WIRE.....	22
2.5 PROTEÇÃO DOS CONTROLES DE VOO.....	24
2.6 SIDESTICK.....	26
2.7 DIVISÃO DE TAREFAS E COMUNICAÇÃO	26
2.8 GOLDEN RULES.....	27
2.9 HISTÓRICO DE ACIDENTES E RESPOSTAS DA AIRBUS	29
3. CONCLUSÃO	31
REFERÊNCIAS.....	32
ANEXO A.....	35

1. INTRODUÇÃO

A história da aviação começa bem antes do conhecido dilema entre os irmãos Wright e Santos Dumont que disputaram a posição de criadores da primeira máquina mais pesada que o ar e que teria capacidade de voar. O fascínio pela possibilidade de cruzar os céus através de asas ou máquinas vem de tempos distantes e de locais distintos, a se considerar pelas lendas antigas, como a de Ícaro, filho de Dédalo, cujo êxtase provocado pela sensação de voar o levou a voos muito altos e que fizeram suas asas queimar pela proximidade do sol. O sonho de conquistar os céus não veio somente da Grécia antiga, há registros de construções de pipas na China 300 A.C., além de hieróglifos egípcios que retratam homens com asas e exemplificam esse objetivo. Tal anseio percorreu muitos anos e muitas pessoas, passando pelo renascentista italiano Leonardo da Vinci cujos feitos e estudos sobre os fundamentos de sustentação no ar e aerodinâmica foram essenciais para evolução do campo de pesquisa durante o século XX, período em que grandes avanços foram registrados pelos irmãos Wright e Santos Dumont. Esses progressos chegaram até o prezado leitor, que muito provavelmente já embarcou em alguma dessas grandes máquinas envoltas de tecnologia e capazes de alçar voo, por vezes com centenas de toneladas, visto que somente no ano passado as empresas aéreas brasileiras transportaram 104,4 milhões de passageiros, segundo a ANAC.

Um dos principais nomes na história recente da aviação é a Airbus, que possui no Brasil duas das principais companhias aéreas (Azul e Latam) que opera suas aeronaves. Paralelamente ao crescimento da aviação ano após ano, a Airbus vem nos últimos anos se consolidando como a principal fabricante de aeronaves do mundo, deixando para trás a concorrente de longa data, a Boeing. De acordo com a Forbes, a Airbus teve 56% a mais de pedidos que a Boeing durante o ano de 2019.

Desse modo a aviação progride com o anseio contínuo pela segurança, uma vez que sempre que um acidente ocorre, envolve também um número elevado de vítimas, além de prejuízos milionários para as organizações envolvidas. Por esse motivo durante muitas décadas os acidentes aéreos apontaram números inaceitáveis e trouxeram descrença para o setor. Contudo, por meio do advento tecnológico esses erros diminuíram significativamente, conforme veremos no decorrer deste trabalho.

As fabricantes, como a Airbus, objeto de estudo deste trabalho, fazem parte desta evolução, pois a cultura de segurança é um elemento decisivo na elaboração de uma aeronave e dos seus sistemas.

O avanço tecnológico, os sistemas mais complexos e o advento da automação trouxeram algumas dificuldades de adaptação para os pilotos, visto que a interação manual com as aeronaves deu lugar ao gerenciamento na operação de voo. Esse processo já foi causa de diversos acidentes ao longo do aperfeiçoamento científico, inclusive com aeronaves Airbus.

Segundo a International Civil Aviation Organization (ICAO), o elemento humano é “a parte mais flexível, adaptável e valiosa dentro do sistema aeronáutico, mas é também a que está mais vulnerável às influências externas que poderão vir a afetar negativamente o seu desempenho”. (ICAO, 2003). A AIRBUS, com sua filosofia pautada na segurança, busca mitigar o erro humano nessas situações ao diminuir a carga de trabalho do piloto por meio da automação sem, contudo, retirar a autonomia da tripulação.

Em 22 de fevereiro de 1987, o novo Airbus A320 foi apresentado ao mundo, indicando um novo padrão de tecnologia embarcada em aeronaves. Graças à tecnologia *fly-by-wire*, foi a primeira aeronave a ter todas as funções acionadas por um computador, desde os controles primários de voos até os controles de operação dos banheiros. Aproveitando-se da era digital daquele momento, a Airbus iniciou um novo progresso de segurança na aviação mundial, na qual um piloto poderia explorar os limites da aeronave sem excedê-los. De acordo com a fabricante, essas proteções nunca tiveram o objetivo de colocar os pilotos em uma situação de passageiros, pelo contrário, o sistema foi desenvolvido e revisado por pilotos e para pilotos, com o único objetivo de protegê-los e auxiliá-los (AIRBUS, 2020). Por esse motivo a própria Airbus, através de treinamento em simuladores, orienta às tripulações a manterem suas habilidades primordiais de voo e não dependerem somente da automação.

Ao longo do tempo foi observado que era necessário reforçar essas habilidades, pois em caso de degradação ou falha de algum sistema, o voo manual e o *airmanship* são essenciais. A primeira regra da fabricante é de voar, navegar e se comunicar até mesmo em sua esfera mais básica. A segunda e a terceira reforçam o fato de se conhecer como o automatismo trabalha em suas variadas funções e que a falta desse conhecimento já causou acidentes trágicos ao longo do tempo, essas evidências serão apresentadas no decorrer deste trabalho e comprovam o auxílio aos pilotos em situações emergenciais, assim como a preocupação do fabricante em evidenciar que o piloto deve estar no comando da aeronave durante todo o tempo.

Os sistemas *fly-by-wire*, assim como as *Golden Rules* serão estudados mais profundamente no decorrer deste trabalho a fim de apresentar ao leitor o modo que a Airbus transformou o mercado aeronáutico e contribuiu de forma efetiva para que o número de acidentes caísse de pouco mais de oito para 0.05 por milhão de decolagem. (AIRBUS, 2018)

1.1 PROBLEMA DA PESQUISA

Como a Airbus estabelece o padrão de segurança em suas aeronaves que deve ser seguido na aviação?

1.2 OBJETIVOS

Essa pesquisa tem como finalidade apresentar a relevância dos procedimentos de segurança na aviação. Desse modo, para exemplificar a complexidade, preponderância e aplicabilidade dessas práticas, utiliza-se a título de exemplo a filosofia da fabricante Airbus, que estabelece um padrão de segurança indispensável em suas aeronaves.

1.2.1 Objetivo Geral

Ponderar sobre como a filosofia da Airbus contribui para uma aviação segura.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Familiarizar-se com a filosofia Airbus.
- Descrever as *Golden Rules* da Airbus, analisando-as sob a perspectiva de como a fabricante se preocupa com a automação e o *Airmanship* (pilotagem).
- Apresentar dados e gráficos de como a Airbus, através de seus sistemas de proteção, diminuiu consideravelmente o número de acidentes aéreos ao longo do tempo.
- Analisar como a Airbus lida com os acidentes aéreos e programa melhorias para mitigar riscos no futuro.

1.3 JUSTIFICATIVA

Com a aviação em expansão, novas tecnologias surgem e o anseio pela segurança se torna cada vez maior, exigindo das fabricantes, empresas aéreas e profissionais da aviação um padrão de segurança alto. De acordo com a Airbus, a frota de aeronaves deve mais do que dobrar até o ano de 2038. Atualmente são quase 23 mil aeronaves, enquanto que em 2038 o número estimado é de aproximadamente 48mil, com um tráfego aumentando em 4,8% ao ano,

resultando em uma necessidade de mais de quinhentos e cinquenta mil novos pilotos e outros seiscentos e quarenta mil técnicos (AIRBUS PRESS RELEASE, 2019).

Atualmente apresentam-se os dados de que cerca de um em cada 1,08 milhões de voos resultam em acidentes com fatalidades, uma melhora significativa em comparação aos anos anteriores, no qual foi de 2,01 entre 2012 e 2016. Esse número é ainda menor em companhias aéreas que seguem os padrões de segurança e auditorias IOSA. Em 2017 os dados demonstram que a cada milhão de voos, apenas 0,11 resultou em acidente, o que significa que na média uma pessoa teria que voar diariamente durante mais de seis mil anos para estar envolvida em um acidente com pelo menos uma fatalidade (IATA, 2018).

Investigações de acidentes aéreos indicam que a maioria das ocorrências aéreas tem como fator principal o erro humano. Nesse momento é importante refletir sobre como a Airbus pensa a segurança de voo ao observar o fator homem-máquina e mitiga assim a chance de erro humano ao mesmo tempo em que mantém a autonomia do piloto que opera suas aeronaves. Não é objetivo de o trabalho diminuir as outras fabricantes de aeronaves, apenas demonstrar o lado de uma delas, para que a aviação como um todo se beneficie do conhecimento das qualidades e atributos da Airbus. O estudo busca mesclar alguns aspectos técnicos da aeronave Airbus A320, que é o modelo mais vendido pela fabricante, ao mesmo tempo em que faz uma análise da característica humana na operação de voo.

A pesquisa objetiva refletir sobre a filosofia adotada por uma das fabricantes mais relevantes do mundo e analisar os processos da aeronave mais utilizada pela aviação comercial, o Airbus A320. Atualmente a cada ato de respiração do leitor, um A320 decola ou pousa. (AIRBUS, 2020). Em 2018, aproximadamente 35 milhões de decolagens foram efetuadas, das quais 17.6 milhões em aeronaves a jato de quarta geração, destas, 13.7 foram de modelos Airbus. (AIRBUS, 2019).

Neste trabalho, abordar-se-á a tecnologia implantada pela fabricante em suas aeronaves, tanto na importância da diminuição dos acidentes aéreos quanto nas proteções dos sistemas ou filosofia de operação, como ocorre na divisão de tarefas no *cockpit*, por exemplo.

Discorrer-se-á sobre as dificuldades causadas por um sistema que por vezes pode parecer muito autônomo, um fator contribuinte em acidentes aéreos, como, por exemplo, o fatídico acidente do voo AF447, no qual os pilotos tiveram dificuldade para identificar o problema e reagirem da maneira adequada. Apresentar-se-á o modo que a Airbus lida com os acidentes e modifica seus procedimentos de acordo com o surgimento e situação dessas eventualidades, como, por exemplo, no voo da *Dragon Air* com aeronave A320 de matrícula

VR-HYU em 1994, em que a aeronave pousou fora da pista depois de três arremetidas e uma situação de assimetria na superfície de sustentação de voo. Os pilotos seguiram o procedimento publicado pela fabricante naquela época, que posteriormente foi alterado devido às aprendizagens adquiridas com o evento. (CADHK, 1997)

A ideia do tema surgiu a partir da experiência profissional do autor em pilotar aeronaves, em especial o A320, ao qual apresenta admiração pelas características da fabricante e pela inovação realizada na aviação. Suas contribuições fizeram com que pessoas pudessem se conectar de maneira mais rápida, fácil e segura. Esse trabalho tem a intenção de familiarizar o leitor, mesmo que não seja profissional da área, aos conceitos que a Airbus introduz no meio aéreo e apresentá-lo ao fascinante mundo da aviação. Para os tripulantes técnicos de outras aeronaves o intuito é de compartilhar o conhecimento para o enriquecimento da cultura aeronáutica.

1.4 METODOLOGIA

Esta é uma pesquisa exploratória, com procedimento bibliográfico, documental e com uma abordagem qualitativa. Os documentos e informações bibliográficas foram pesquisados em materiais de órgãos e empresas que são referências no tema proposto.

1.4.1 Corpus da Pesquisa

Os materiais a serem analisados serão:

Bibliográficos: Livros e periódicos que descrevem os fatores humanos relativos a acidentes e incidentes aéreos, medicina aeroespacial, segurança de voo e psicologia na aviação.

Documentais: Documentos diversos sobre a legislações regendo a Aviação Civil brasileira oferecem requisitos e padrões de procedimentos em relação ao tema proposto.

São eles:

- AIRBUS FCOM/FCTM
- Flight Operations Briefing Notes – Airbus
- International Symposium on Aviation Psychology
- Aviation Safety Reporting System – NASA
- FAA, ICAO.

1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O trabalho foi elaborado de acordo com a seguinte estrutura:

No primeiro capítulo encontra-se a introdução com um breve histórico da aviação e da fabricante estudada, assim como alguns fatos e características relevantes e concernentes ao tema proposto. Em seguida apresenta-se a problemática da pesquisa, os objetivos gerais e específicos, a justificativa e a metodologia utilizada.

No segundo capítulo é abordado o desenvolvimento, em que os temas propostos são explicados. Nesse momento apresentam-se dados relativos à segurança operacional na aviação e uma abordagem de maneira mais profunda com relação às características da filosofia Airbus.

O terceiro capítulo dispõe as considerações finais do autor e as referências bibliográficas utilizadas no decorrer da elaboração desse trabalho.

2. DESENVOLVIMENTO

A segurança operacional tem início no projeto de uma aeronave, desde os primeiros conceitos no projeto de engenharia até chegar ao piloto que a opera. Esse processo passa por diversas fases tais como a fabricação, fiscalização da manutenção, órgãos reguladores, infraestrutura aeronáutica e a operação propriamente dita. Nesse sentido, as fabricantes de aeronaves desempenham uma função primordial, pois grande parte desse sistema de prevenção de acidentes aeronáuticos parte do modo com o qual o planejamento e a produção da aeronave são executados. (SANTOS, 2014)

2.1 SEGURANÇA DO VOO

O que é segurança operacional? É o estado no qual o risco de lesões às pessoas ou danos aos bens se reduzem e se mantêm num nível aceitável, ou abaixo dele, por meio de um processo contínuo de identificação de perigos e gerenciamento proativo do risco.

(Santos, 2014)

É conhecido o popular ditado de que avião é o meio de transporte mais seguro. Em recente pesquisa feita pela rede britânica BBC foi constatado que as pessoas se sentem mais seguras nesse meio de transporte do que em qualquer outro (BBC, 2012). Esta cultura reflete os dados pesquisados pelas agências de investigação e prevenção de acidentes aéreos no Brasil e no mundo.

Segundo Hollnagel e Woods (2005), para se atingir uma interação eficaz na relação homem-máquina faz-se indispensável uma percepção cognitiva, como se o homem e a máquina fossem um só, apto a executar uma operação correta buscando atingir o mesmo resultado.

A parte mais importante na segurança operacional é também a parte mais vulnerável a erros (ICAO, 2003). De acordo com estudo realizado entre 2000 a 2009 pelo CENIPA, ao avaliar os fatores contribuintes em acidentes aeronáuticos, o aspecto humano é o mais frequente. É possível visualizar tal informação no quadro a seguir:

Quadro 1- Incidência de fatores contribuintes em acidentes no período entre 2000 e 2009

Fator contribuinte	Incidência em porcentagem
Julgamento	64,9
Supervisão	57,4
Planejamento	47,7
Aspectos psicológicos	46,7
Indisciplina de voo	28,1
Aplicação de comandos	27,0
Outros aspectos operacionais	24,0
Manutenção	23,0
Pouca experiência na aeronave	21,6
Instrução	17,5
Condições meteorológicas adversas	17,2
Coordenação de cabine	14,7
Infraestrutura	10,2
Influência do meio ambiente	9,1
Aspectos fisiológicos	7,2
Esquecimento	7,0
Projeto	6,7
Pessoal de apoio	3,6
Fabricação	3,0
Indeterminado	2,8
Manuseio do material	2,1
Aspecto operacional	1,2
Controle de tráfego aéreo	0,9

Fonte: Cenipa (2010).

Conforme os dados levantados pelo Cenipa, o erro humano é recorrente na incidência de fatores contribuintes em acidentes relacionados à operação aérea. Esse equívoco é esperado e frequente devido a própria limitação física e psicológica da complexa atividade de voar. Falta de atenção, imperícia, negligência, falhas de gerenciamento da tripulação, treinamento inadequado, estresse, cansaço, supervisão inadequada, erros de planejamento, julgamento errôneo, comunicação ineficaz, falta de entendimento da automação e indisciplina são apenas alguns exemplos de condições humanas que contribuem para a ocorrência de acidentes aeronáuticos. (SILVEIRA, 2011)

A aplicação da tecnologia e da automação no processo de construção de uma aeronave tem como objetivo uma melhoria na segurança e operação dos equipamentos aéreos,

porém apesar da redução no número de acidentes ocorridos nas últimas décadas, os acontecimentos relacionados ao erro humano não reduziram na mesma proporção a que acidentes com fatores contribuintes mecânicos ou ambientais. (SHAPPELLAN DWIEGMANN, 2003)

Na aviação não há uma unanimidade no que se refere à automação dos processos e operações de voo. Para alguns, o automatismo inibe as deficiências humanas citadas acima, tornando a operação mais segura. Para outros, um nível de automatismo mais flexível é preferencial, o que possibilita que a decisão final seja sempre do piloto.

A Airbus, objeto de estudo deste trabalho se preocupa com os fatores de automação em relação ao fator humano, razão disso é a segunda *Golden rule* da fabricante, que recomenda sempre utilizar o nível correto de automação. (AIRBUS 2013)

O FAA, Federal Aviation Administration, emitiu um boletim em 2013 alertando todos os operadores aéreos sobre a necessidade de manter os pilotos aptos a voarem manualmente as aeronaves. De acordo com análise de dados de voo (incluindo operações de voos normais, incidentes e acidentes) do órgão americano, foi observado um aumento no número de erros em voos manuais. O FAA acredita que manter o conhecimento e a habilidade necessária no voo manual é imprescindível para operações aéreas seguras. (FAA, 2013)

“O uso da automação vai provavelmente resultar em uma perda no nível de habilidade de operação manual”. (CURRY, 1980, tradução nossa). A fabricante francesa tem outra *Golden Rule* em sua filosofia que retrata a preocupação com o aspecto do voo manual. “*Tome o controle quando as coisas não saem como esperado*”. (FCTM, A320, 2019). Para isso, os treinamentos iniciais e recorrentes dos pilotos requerem instrução de voo manual de acordo com os programas de cada operador aéreo.

Segundo os resultados encontrados na pesquisa do Cenipa em 2010, os erros de projeto e fabricação têm uma percentagem relativamente pequena, porém melhorias nesses aspectos resultam em uma diminuição de outros fatores contribuintes em incidentes e acidentes. (AIRBUS, 2020). Por exemplo, um *cockpit* intuitivo e com informações essenciais para cada fase de voo ajuda um piloto a ter um melhor julgamento ao se defrontar com uma situação anormal, que é o fator mais frequente na pesquisa.

A ideia de que acidentes simplesmente acontecem não é mais aceita. A segurança deve ser o valor principal de qualquer elemento partícipe do ambiente da aviação, pois ela é a pedra fundamental de toda a atividade aérea e deve ser inegociável.

2.2 FILOSOFIA OPERACIONAL AIRBUS

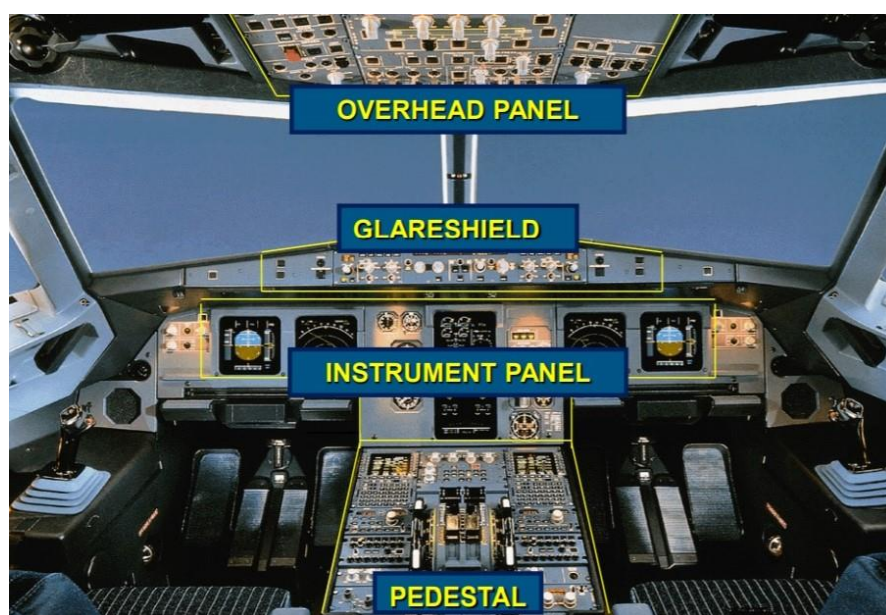
O cockpit da Airbus tem um projeto que visa alcançar as necessidades da tripulação em seu ambiente operacional, enquanto garante o máximo de similaridades dentro da família Fly-by-wire. O designado cockpit busca atender a dez requisitos básicos:

1. A tripulação do voo é a principal responsável pela operação segura da aeronave.
2. Se necessário, a tripulação pode exercer completa autoridade ao desempenhar ações intuitivas enquanto busca eliminar os riscos de *overstress* ou *overcontrol*.
3. A tripulação deve adequar-se a vários níveis de habilidades sobre pilotagem e fazer uso de experiências adquiridas em aeronaves voadas anteriormente.
4. Segurança, conforto e eficiência, devem ser assegurados ao passageiro, nessa ordem de prioridade.
5. Simplificação das tarefas da tripulação, aumentando a consciência situacional do *status* da aeronave.
6. A automação é considerada um recurso adicional disponível à tripulação, que pode decidir quando fazer uso ou quando delegar, assim como o nível de assistência solicitada, de acordo com a situação específica.
7. O *design* da interface Homem-Máquina leva em conta características do sistema juntamente com as habilidades e deficiências da tripulação.
8. O estado da arte acerca das considerações sobre fatores humanos é aplicado ao processo de *design* do sistema para gerenciamento dos possíveis erros da tripulação.
9. O *cockpit design* contribui para facilitar e aprimorar a comunicação da tripulação, divisão de tarefas e trabalho em equipe.
10. O uso de novas tecnologias e implantação de novas funcionalidades é imposto por:
 - Benefícios significativos de segurança.
 - Vantagens operacionais óbvias.
 - Uma resposta clara às necessidades da tripulação. (FCTM A320, AIRBUS).

2.3 DISPOSIÇÃO DOS PAINÉIS

A figura 1 demonstra o painel de uma aeronave.

Figura 1- Painel de uma aeronave modelo Airbus A320



Fonte: Airbus Flight Operations Support and Training Standards Nairobi, 2017.

O propósito do *layout* é de um cockpit voltado para frente, que busca atender às necessidades operacionais de dois pilotos e contribui para aperfeiçoar a divisão de tarefas e reduzir a carga de trabalho.

No *Overhead Panel*, os controles principais são organizados por sistemas para uma fácil localização por parte dos pilotos. Logo, para fazer uma alteração, por exemplo, no sistema de combustível, localiza-se o sistema de combustível para então encontrar o *switch* específico. A fabricante utiliza o conceito de *Dark Cockpit*, cuja filosofia é manter todas as luzes deste painel desligadas para que sejam acesas somente quando o respectivo sistema não estiver operando de maneira normal. Cada *Push button Switch Light* tem uma ou duas luzes, a luz superior é dedicada para alertas ou *status* do sistema (por exemplo, *FAULT light*, *OPEN light*) que é substituída por dois pontos cinza quando não há alerta ou status do sistema requerido. A luz inferior corresponde em um *switch* ao controle de seleção de um sistema (, por exemplo, ON, OFF, OVRD) ou em um *Push button*, ao *status* do sistema (por exemplo, *ENG ANTI ICE*).

No *Glareshield*, os controles como os do piloto automático possuem formatos diferentes a fim de evitar desordem, o *heading*, que muda a trajetória horizontal da aeronave, por exemplo, apresenta formato e textura diferente do *V/S*, que altera a trajetória vertical.

O Painel de instrumentos contém as telas que são necessárias para a o voo (*PF**D*), navegação (*ND*) e monitoramento dos sistemas da aeronave (*ECAM*). A fabricante se preocupa com o fato dos *DU's* apresentarem muitas informações que podem sobrecarregar a tripulação. A fim de prevenir essa situação alguns princípios foram estabelecidos para exibição apenas das informações corretas nos momentos necessários, de acordo com cada fase de voo.

A Airbus trabalha sob um sistema de cores que exemplifica:

- Âmbar: Indica que determinado sistema apresenta falha.
- Vermelho: Indica uma falha que pode exigir ação corretiva imediata.
- Verde: Indica que o sistema opera normalmente.
- Azul: Indica operação normal de um sistema selecionado temporariamente.
- Branco: Indica posição anormal de um *push button switch* ou teste por parte da manutenção.
- Apagado: O sistema está apto a voar.

2.4 FLY-BY-WIRE

A primeira geração das aeronaves a jato foi projetada nas décadas de 1950 e 1960, com sistemas limitados da tecnologia presente naquele momento algumas dessas aeronaves eram *Caravelle*, *Comet*, *Trident*etc.

Uma segunda geração de aeronaves a jato, como, por exemplo, o *Concorde*, *B727*, *B737-100/200*, *747*, *DC9*e outros surgiram entre 1960 e 1970, com avanços significativos em sistemas integrados de voo automático.

A partir de 1980, as aeronaves apresentaram um grande avanço em termos de economia e segurança de voo. A terceira geração foi marcada pela implantação da tecnologia digital na aviação e iniciou uma nova era das aeronaves, agora com *Glass Cockpits*, ou seja, *displays* eletrônicos integrados com telas de navegação e de gerenciamento dos sistemas de voo tomaram o lugar das indicações analógicas presentes nas gerações passadas. Somadas às melhorias na capacidade de navegação, essa evolução reduziu de maneira substancial os índices de acidentes. Entre algumas das aeronaves mais importantes da época estavam o A300, A310 além da família Boeing, com os 717, 737, 757, 767 e outros.

Em 1988, com a apresentação do A320, a indústria aeronáutica teria mais uma valiosa mudança. A partir desse momento as aeronaves da quarta geração passaram a utilizar o sistema de *fly-by-wire*, integrado com as funções de proteção de envelope de voo. Reduziu-se então 50% do número de acidentes da geração anterior o que resultou nos menores números de acidentes aéreos já registrados. (Airbus, 2018).

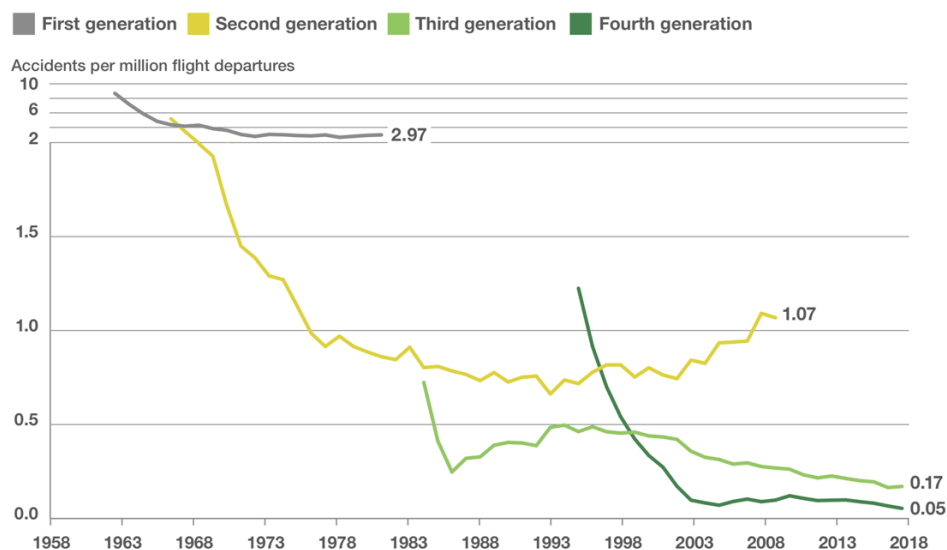
Tal dado comprova a preocupação da Airbus com a segurança de voo e como ela apresentou um efeito positivo na aviação global. Hoje, outras fabricantes, como a Embraer em seus E-jets também utilizam a tecnologia *fly-by-wire*. Além de claro, sua principal rival, a Boeing também fazer uso deste sistema em suas aeronaves mais novas.

Os sistemas de controle de voo de aeronaves mais antigas eram mecânicos, feitos através de cabos que conectavam o controle dos pilotos para as superfícies de comando através de cabos de aço. Nesse procedimento os condutores foram substituídos por sensores de posição, que transmitem os movimentos desejados pelos pilotos a computadores que processam essa informação e permitem uma melhor execução sobre respostas do sistema a fim de garantir a segurança do voo. (DINIZ E COIMBRA, 2008).

A Airbus foi a pioneira em trazer o sistema *fly-by-wire* para a aviação comercial. De acordo com o fundador e então presidente da fabricante, Roger Béteille, essa foi a decisão mais difícil da empresa: “Talvez fomos um pouco ousados demais, mas não tínhamos outra escolha. Ou seríamos os primeiros com essas novas tecnologias ou não conseguiríamos entrar no mercado”. Em suas palavras, utilizar algo desse nível seria um avanço para a indústria aeronáutica e colocaria a Airbus na vanguarda da tecnologia. (DAVID LEARMOUNT, 2017, Flight Global).

O *fly-by-wire* foi desenvolvido para prevenir o erro ao proteger a aeronave e os pilotos com a colaboração do desempenho de uma função confiável. Vale lembrar, no entanto, que de acordo com a Airbus, o sistema não substitui as habilidades e percepções dos pilotos. O sucesso dessa nova tecnologia em relação à segurança de voo pode ser visualizado pela figura 2 a seguir:

Figura 2 - Gráfico da média de acidentes fatais por gerações de aeronaves



(Fonte: Airbus, SAS, 2018)

2.5 PROTEÇÃO DOS CONTROLES DE VOO

A relação entre o comando no *sidestick* e a resposta da aeronave é chamada de lei de controle de voo. (FCTM, A320, 2019).

O propósito das proteções dos controles de voo é de dar autoridade completa à tripulação para que se obtenha o melhor desempenho possível, além de minimizar a possibilidade de sobrecarga a aeronave ao mantê-la dentro do seu envelope de voo. São projetadas também para auxiliar o piloto em situações de emergência, em que somente ações instintivas e rápidas serão efetivas.

As proteções de controle de voo englobam uma série de características que não fazem parte do escopo deste trabalho. Cabe somente ressaltar que a Airbus adota em seus sistemas de voo algumas proteções que impedem a aeronave de ultrapassar seu limite de fator carga "g", velocidades máximas e mínimas em todas as configurações, além de manter a aeronave com a energia correta em fases de voo distintas. Abordar-se-á, porém, um sistema, que, em especial, foi um fator contribuinte para o sucesso de uma tripulação em uma situação de emergência que, sem esse procedimento, poderia ter vitimado centenas de pessoas:

Proteção *Alpha Floor*

Essa proteção é ativada quando a aeronave excede o ângulo de ataque máximo, de modo a prevenir a condição de estol, nessa situação ainda que o piloto continue a aplicar o comando do *sidestick* para trás, a aeronave não irá ultrapassar o *ALPHA MAX*.

Normalmente os pilotos estão cientes de que a aeronave atingiu o *Alpha Floor* ao observarem as indicações de velocidade em seu *PFD*. Todavia, em situações de emergência em que o stress e as várias informações em um curto espaço de tempo sobrecarregam a tripulação, essas referências podem passar despercebidas.

Foi o caso do voo US Airways 1549, que saiu de Nova Iorque no dia 15 de janeiro de 2009, após colidir com um bando de pássaros pouco depois da decolagem perdeu a tração nos dois motores e realizou uma aterrissagem bem-sucedida no Rio Hudson. Essa conduta salvou todos os 150 passageiros e os cinco tripulantes do voo. De acordo com o *NTSB*:

A velocidade da aeronave nos últimos 150 pés estava baixa o suficiente para ativar o modo de proteção *Alpha*, do sistema *fly-by-wire*. O comandante progressivamente puxou o *sidestick* para trás quando a aeronave descia abaixo de 100 pés até atingir o batente máximo a 50 pés, indicando uma tentativa de levantar o nariz da aeronave e suavizar o pouso na água. O modo de proteção *Alpha* tem uma característica de aliviar os comandos do piloto no *sidestick*. Devido a essa proteção o avião não atingiu o ângulo de ataque máximo para aquele peso e configuração. (*NTSB*, p. 97, 2010, tradução nossa).

O sistema de proteção de controles de voo permitiu que o comandante puxasse o *sidestick* completamente sem o risco de estolar a aeronave. No relatório final da investigação, o *NTSB* emitiu diversas recomendações para as companhias que voam com aeronaves Airbus, entre elas a orientação de uma expansão do treinamento referente ao sistema de proteção e limitação do ângulo de ataque e do sistema *fly-by-wire* dos pilotos em *Ground school*. (*NTSB*, p. 125, 2010).

Esse sistema, aliado a toda filosofia Airbus de *design* de *cockpit* e dos itens anteriormente citados neste trabalho, auxiliou a tripulação na tomada de decisão e no êxito desse processo memorável que se tornou um dos mais importantes acontecimentos da história da aviação comercial.

2.6 SIDESTICK

O *Sidestick* é o modelo utilizado nas aeronaves Airbus, diferentemente de manches como em outras fabricantes, esse traz diversos benefícios para a tripulação, pois é montado ao lado do assento dos pilotos e não obstrui a visão das *DU's*, é adaptado também para situações de emergência (por exemplo, incapacitação de piloto, falha e/ou travamento de controle) além de ser construído de forma a ser ergonomicamente confortável com o ajuste correto do descanso de braço que faz com que exista a possibilidade de se ter uma mesa deslizante, muito útil para preenchimento de documentos, análise de performance, consulta a cartas e para a alimentação).

A operação do *Sidestick* permite que somente um piloto possa voar por vez. Caso o *PM* queira intervir, ele/ela deve fazê-lo anunciando claramente “*I have control*” e manter o seu *sidestick push Button* apertado para ter total controle do sistema *Fly-by-wire*. A tripulação deve ter em mente que os comandos são somados algebricamente, portanto controles simultâneos devem ser evitados. Qualquer dos pilotos pode desativar o *sidestick* do outro ao apertar o seu *sidestick pb*. (FCTM, A320, 2019).

2.7 DIVISÃO DE TAREFAS E COMUNICAÇÃO

Uma correta divisão de tarefas e a comunicação efetiva fazem parte da filosofia Airbus para a operação segura e efetiva da aeronave. (FCTM, A320, 2019).

Em operações normais a divisão é feita de maneira que um piloto é o *PF*, que tem as responsabilidades de voar a navegar enquanto o outro é o *PM*, que tem a atribuição de monitorar o voo, a navegação, os sistemas da aeronave e deve também realizar as comunicações com os controles de tráfego aéreo e com as outras aeronaves.

Em operações anormais é responsabilidade do *PF* também a comunicação, já que o *PM* agora é encarregado pelo monitoramento do voo e por realizar as ações do (*ECAM*), além de aplicar os procedimentos do *QRH/OEB*.

O gerenciamento de um procedimento de emergência tem uma sequência básica que deve ser aplicada pela tripulação:

1. *MEMORY ITEMS* ou ações imediatas do *OEB*
2. *OEB*
3. *ECAM*
4. *QRH*

Tal sequência pode ser alterada de acordo com a necessidade da tripulação em determinada situação.

Parte significativa da filosofia Airbus vem de outro importante sistema; o *ECAM*, ou *Electronic Centralized Aircraft Monitoring*, essa característica além de monitorar os sistemas, auxilia também a tripulação através de um checklist eletrônico que se faz presente na tela localizada no painel central de instrumentos. Em uma situação de emergência o *PM* segue os itens, analisando-os em conjunto com o *PF* e seguindo o que é preconizado pelo *SOP*.

2.8 GOLDEN RULES

No dia 4 de novembro de 2010, o voo Qantas QF32 se deparou com uma falha de motor logo após a decolagem do aeroporto de Singapura Changi. A tripulação do Airbus A380 foi capaz de gerenciar a situação ao aplicar um método de regras básicas da fabricante; *Fly, Navigate and Communicate*.

O órgão australiano *ATSB*, responsável pela investigação do acidente divulgou a seguinte nota:

No dia 4 de novembro de 2010, às 01h57minz, um Airbus A380, de matrícula VH-OQA, sendo operado pela Qantas decolou da pista 20C do aeroporto de Changi, Singapura para Sidney. À bordo havia 5 pilotos, 24 comissários e 440 passageiros. Após uma decolagem normal, a tripulação recolhe o trem de pouso e *flaps*. A tripulação reporta que enquanto mantinha 250kts na subida, ao passar 7000 mil pés, ouviu 2 pancadas sendo seguido por indicação de falha no motor 2. A tripulação avisou o *ATC* da situação e recebeu vetores para iniciar esperas. Foi feita uma série de ações antes de retornar para o pouso em Singapura. Não houve relato de feridos entre a tripulação ou passageiros. Investigações apontaram que o motor 2 teve uma falha no *Intermediate pressure turbine disc*. (ATSB, Preliminary Report, 3 dec. 2010, tradução nossa).

Naquele mesmo dia, em entrevista o Comandante David Evans disse o seguinte:

Sob uma perspectiva de treinamento, não importa qual aeronave você está voando, a habilidade do piloto tem que assumir o controle. Na verdade, a Airbus tem algumas *Golden rules* que todos nós aderimos – Voar, navegar e comunicar, nessa ordem. (Royal Aeronautical Society, 6 dec. 2010, tradução nossa).

As regras fundamentais citadas pelo comandante Evans são a adaptação dos princípios básicos de voo em aeronaves modernas e tecnológicas juntamente com os ensinamentos do *CRM*. São elas:

Voe, navegue e comunique

A tripulação deve seguir essa sequência e realizar a divisão de tarefas apropriadas sem operações normais e anormais de voo.

O primeiro passo é voar a aeronave, o *PF* deve se concentrar em voar o avião, controlando sua altitude, velocidade e tendências laterais e verticais assim como atração e outros pontos importantes.

Outro aspecto de suma importância é o *PM*. A Airbus adotava o termo *PNF* para designar o piloto que não estava voando e após 2013 o termo passou a ser *PM*, pois esse passou a ter o papel de monitorar todos os parâmetros de voo. (AIRBUS, 2013).

Navegar pode se resumir em saber onde está a aeronave, onde ela deve estar e aonde deve ir. Além disso, há a necessidade do conhecimento acerca da localização exata sobre as formações meteorológicas, terrenos e obstáculos. (FCTM, A320, 2019).

A comunicação envolve um diálogo efetivo entre os pilotos, a tripulação e o *ATC*, assim como com os comissários e tripulação de solo. A interlocução deve ser feita com o uso de fraseologia padrão e é necessário certificar-se de que todos compreenderam a mensagem.

Sempre utilize o nível apropriado de automação

Em aeronaves modernas, a automatização tem vários níveis e cada nível é apropriado para determinada situação. O julgamento do piloto prevalece na escolha do nível de automação adequado, já a automação ajuda no gerenciamento da carga de trabalho e na consciência situacional. A escolha do nível de automação inclui o voo manual. (FCTM, A320, 2019). É importante compreender o nível de seleção da automação.

Entenda sempre o FMA

Qualquer ação a ser tomada no *FCU* ou *MCDU* deve ser verificada com os dados mostrados no *PFD* ou *ND*. A todo o momento, tanto *PF* quanto *PM* devem estar cientes dos modos armados ou engatados e da resposta da aeronave em termos de altitude, velocidade, trajetória e da conduta de transição ou reversão. (FCTM, A320, 2019).

A todo o momento, para garantir a consciência situacional correta, a tripulação deve monitorar, anunciar, confirmar e entender o *FMA*.

Tome o controle quando as coisas não saem como esperado

Quando a aeronave não segue um perfil lateral ou vertical desejado e a tripulação não tem tempo suficiente para analisar e resolver a situação, a tripulação deve agir imediatamente. O *PF* deve mudar o nível de automação e o *PM* deve comunicar-se com o *PF*, auxiliá-lo e, quando necessário, assumir o controle.

2.9 HISTÓRICO DE ACIDENTES E RESPOSTAS DA AIRBUS

Em junho de 1994, uma aeronave Airbus A320 de matrícula VR-HYU realizava uma aproximação por instrumentos no Aeroporto Internacional de Hong Kong para a pista 13 quando se deparou com rajadas de vento e turbulência severa a 800 pés de altitude. A rajada fez com que as superfícies sustentadoras da aeronave (*flaps*) travassem na posição *Full*. A tripulação então recebeu um alerta de *FLAPS LOCKED* através do já abordado *ECAM*. A segunda tentativa de aproximação foi abandonada devido à oscilação lateral da aeronave. Na terceira tentativa, já na cabeceira oposta, após 30 minutos com os *flaps* na posição *full* e *slats* 18°, a aeronave apresentou oscilações laterais com ângulos maiores que 30°, de acordo com o *Digital Flight Data Recorder*. Novamente foi efetuado o procedimento de aproximação perdida.

Nesse momento, o combustível já estava em pouca quantidade e a tripulação decidiu prosseguir para a quarta tentativa. Embora a aeronave apresentasse oscilações bem acima do normal para essa fase do voo, a tripulação optou por prosseguir para pouso e fazer uso do combustível remanescente. O pouso ocorreu na *Touch down Zone*, contudo, após 5 segundos a aeronave curvou a direita devido ao vento e a sensibilidade deteriorada e saiu da pista, tal situação demandou uma evacuação de emergência. Felizmente, somente algumas pessoas ficaram levemente feridas (CADHK, 1997).

Testes de simulador foram feitos pela Airbus para demonstrar a resposta da aeronave aos comandos dos pilotos com os *flaps* e *slats* na configuração normal e anormal de voo. Foi observado que as características de controle da aeronave se degradavam de maneira considerável em condições turbulentas, como as encontradas em Hong Kong. A Airbus confirmou que a falha de *Flap locked* na configuração *full* com o procedimento para pouso da alavanca em três não havia sido testada e certificada durante o desenvolvimento da aeronave.

A fabricante então emitiu a todos os operadores da aeronave A320 um *OEB* (Boletim de operação de engenharia) com o intuito de revisar o procedimento, até que uma nova versão do *FCOM* fosse lançada. O boletim declarava que para a falha *F/CTL FLAP LOCKED*, com flap acima da posição três, deveria ser mantida com a alavanca em *full*. O boletim também explicava que caso o procedimento não fosse seguido a aeronave ficaria com os controles muito sensíveis.

Medidas foram tomadas imediatamente pela Airbus após o acidente. A situação já explicada acerca da emissão do *OEB* foi seguida por uma revisão atualizada do *AFM* e do *FCOM*. Além disso, modificações foram feitas no sistema de *FWC* (*Flight Warning Computer*) para que o procedimento também fosse corrigido no *ECAM*. Os *ELACS* (*Elevator and aileron computers*) foram modificados para aperfeiçoar a sensibilidade em todas as situações de leis de controle de voo.

É importante ressaltar que quando ocorre um acidente, o padrão acima é mantido. A Airbus colabora para que as causas sejam descobertas e resolvidas e busca a prevenção de futuras ocorrências, como no caso do já citado voo US Airways 1549 em que o treinamento da tripulação e itens do *checklist* para perda de tração nos dois motores foram modificados após o evento.

3. CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho acadêmico em apresentar a filosofia Airbus é de demonstrar como as características do padrão de segurança para toda a indústria aeronáutica foi cumprido ao explicar as particularidades da fabricante em relação ao desenvolvimento tecnológico, a implementação da automação e de novos auxílios aos operadores aéreos, garantindo assim mais eficácia e segurança tanto nas operações quanto na filosofia aplicada ao piloto cuja maneira de voar ganha um novo significado regido pelas regras da Airbus.

Através de pesquisas demonstradas no trabalho comprovou-se a eficácia e o sucesso que a fabricante francesa teve ao implementar sua filosofia. Observou-se que o número de acidentes reduziu de maneira considerável juntamente com os avanços executados pela Airbus, o que fez com que a atividade aérea se fortalecesse e os índices melhorassem ano após ano.

Foram demonstrados os princípios básicos da tecnologia *fly-by-wire*, no qual os comandos realizados pelos pilotos são enviados a computadores que aperfeiçoam o desempenho e a eficiência, protegendo a aeronave e seus ocupantes de atitudes de voo que poderiam colocá-la em risco. As proteções desse sistema são vistas de maneira positiva na indústria, fato comprovado pela redução dos acidentes. Porém, o aumento da complexidade da automação nas aeronaves Airbus algumas vezes causou confusão e incertezas aos pilotos, o que foi fator contribuinte em alguns acidentes analisados neste trabalho. Destarte, mesmo com o advento tecnológico empregue nas aeronaves mais modernas, o ser humano ainda é a parte principal, o elo que une a máquina a sua tarefa, e por esse motivo a Airbus tem suas regras, divisões de tarefas e seus programas de treinamento específicos voltados para o lado humano, elementos estudados neste trabalho e que são essenciais na segurança de voo, como demonstrado neste estudo através de declarações de pilotos envolvidos em acidentes.

Um dos objetivos iniciais deste projeto é de enriquecer a cultura e a comunidade aeronáutica, que ainda que estejam voando em aeronaves de outras fabricantes podem agregar conhecimento e segurança de voo em suas funções.

É desejo do autor que outras pesquisas dessa natureza também sejam realizadas, de modo que a segurança de voo seja analisada por vários prismas diferentes, porém com uma mesma finalidade almejada desde o princípio, voar de maneira segura.

REFERÊNCIAS

AIRBUS PRESS RELEASE, **Comunicado para a imprensa**. Toulouse, France. 2019. Disponível em: < [impreimpresahttps://www.airbus.com/aircraft/market/global-market-forecast.html](https://www.airbus.com/aircraft/market/global-market-forecast.html)> Acesso em: 04 de abr. 2020.

AIRBUS. **Loss of Control In flight (LOC-I) accident rate**. Toulouse, FR, v. 40, n 15, p 135, ago. 2018. Disponível em :<<https://accidentstats.airbus.com/statistics/accident-categories-by-generation>>. Acesso em: 18 de fev. 2020.

AIRBUS, **Safetyfirst**. Tolouse, France.v. 5, n 8, p. 50. 2013. Disponível em:<<https://safetyfirst.airbus.com>> Acesso em: 10 de mar.2020.

AIRBUS. **Why the A320 received royal treatment**. São Paulo, SP, v. 8, n. 3, p.48-7, set. 2015. Disponível em: <<https://www.airbus.com/company/history/airbus50/day27.html>>. Acesso em: 15 de mar. 2020.

AUSTRALIAN TRANSPORT SAFETY BUREAU (ATSB), **Preliminary Report**, 3 dec 2010. Canberra City, Australia. Disponível em: <<https://www.atsb.gov.au/media/final.pdf>>. Acesso em: 30 de mar. 2020

BACKGROUND – AIRBUS – COMMERCIAL – AIRCRAFT – A320. **Facts and Figures**. Toulouse, France. 2020. Disponível em:<<https://www.airbus.com/>>. Acesso em: 10 de mar. 2020.

CADHK. **Aviation Safety Network Wikibase Occurence**. Hong Kong, v. 20, n 15, p 125, 1995. Disponível em: <<https://aviation-safety.net/wikibase/140547>> Acesso em: 02 de fev. 2020.

CENIPA. **Fatores Contribuintes de Acidentes Aéreos**. Brasília, v. 10, n 10, p 80. 2010. Disponível em:<<http://www2.fab.mil.br/cenipa/index.php/estatisticas/panorama>>. Acesso em: 08 de abr. 2020.

DINIZ, M.D.r COIMBRA, R. **Fly By Wire - A Evolução do Sistema de Comandos de Voo**. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso, Engenharia Aeronáutica e Espaço. UNIVAP/FEAU. 2008. Disponível em: <<http://www.inicepg.univap.br/cd/pdf.vospdf>> Acesso em: 05 de mar. 2020.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION (FAA). **Safety Alert For Operators**. Washington, DC. 2002. Disponível em: <<https://www.faa.gov/vry/airlineoperators/safo/allsafos/media.2013.pdf>> Acesso em: 02 de jan. 2020.

FLIGHT CREW TRAINING MANUAL, FCTM. **Flight Crew Training Manual**. Disponível para tripulantes das empresas aéreas. Disponível em: Sistema interno. 2019. Acesso em: 23 de abr. 2020.

HOLLNAGEL, Erik; WOODS, David D. **Joint Cognitive Systems: Foundations of Cognitive Systems Engineering**. 2 Ed – São Paulo: Boca Raton, 2005. 222 p.

INTERNATIONAL AIR TRANSPORT ASSOCIATION. **Iata Safety Fact Sheet** Montreal, Canadá. 2018. Disponível em: <<https://www.iata.org/en/pressroom/pr/2018-02-22-01/>>. Acesso em: 20 de mar. 2020.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION (ICAO) **Human Factors Guidelines for Aircraft Maintenance Manual** (Doc 9824). Montreal, Canadá. 2003. Disponível em: <<https://www.icao.int/safety/airnavigation/OPS/Pages/flsmanual.asp>> Acesso em: 10 de abr. 2020

LEARMOUNT. **Analysis: How A320 changed the world for commercial pilots** v. 5, n3, p. 50. Disponível em: <<https://www.flightglobal.com/analysis/analysis-how-a320-changed-the-world-for-commercial-pilots/122976.article?adredir=1>> Acesso em: 05 de mar. 2020

NATIONAL TRANSPORTATION SAFETY BOARD (NTSB) **Aircraft Accident Report**. Washington, 2020. Disponível em: < <https://www.nts.gov/investigations/AccidentReports.pdf> > Acesso em: 18 de mar. 2020.

SANTOS, Paulo Roberto dos. **Segurança da aviação: livro didático**. Ed. Unisul, 3 ed. Palhoça, 2014.

SHAPPELL AND WIEGMANN, **Analysis.pdf**. Oklahoma, v. 13, n 11. 2003. Disponível em: <<https://dvikan.no/ntnustudentserver/reports/A%20Aviation%20Accident%20>> Acesso em 09 de abr. 2020.

SILVEIRA, João Luiz Henrique. **Fatores humanos e aspectos de medicina aeroespacial: livro didático**. Ed. Unisul, 3 ed. Palhoça, 2003.

SOOD, Suemedha. **Travelwise-what-is-the-safest-mode-of-travel**. Londres, 2012.
Disponível em: <<http://www.bbc.com/travel/story/20120127>> 2012. Acesso em: 06 de abr. 2020.

WIENER, Earl; CURRY, Renwick. **Flight-Deck Automation: promises and problems**. Moffett Field: NASA, Coral Gables, Florida. EUA. 1980. 27 p. Disponível em:<<https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19800017542.pdf>> Acesso em: 12 de abr. 2020.

ANEXO A

Direitos autorais - Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998. Disposições preliminares



Presidência da República
Casa Civil
Subchefia para Assuntos Jurídicos

LEI Nº 9.610, DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998.

Mensagem de veto

Altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências.

O PRESIDENTE DA REPÚBLICA Faço saber que o Congresso Nacional decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

Título I

Disposições Preliminares

Art. 1º Esta Lei regula os direitos autorais, entendendo-se sob esta denominação os direitos de autor e os que lhes são conexos.

Art. 2º Os estrangeiros domiciliados no exterior gozarão da proteção assegurada nos acordos, convenções e tratados em vigor no Brasil.

Parágrafo único. Aplica-se o disposto nesta Lei aos nacionais ou pessoas domiciliadas em país que assegure aos brasileiros ou pessoas domiciliadas no Brasil a reciprocidade na proteção aos direitos autorais ou equivalentes.

Art. 3º Os direitos autorais reputam-se, para os efeitos legais, bens móveis.

Art. 4º Interpretam-se restritivamente os negócios jurídicos sobre os direitos autorais.

Art. 5º Para os efeitos desta Lei considera-se:

I - publicação - o oferecimento de obra literária, artística ou científica ao conhecimento do público, com o consentimento do autor, ou de qualquer outro titular de direito de autor, por qualquer forma ou processo;

II - transmissão ou emissão - a difusão de sons ou de sons e imagens, por meio de ondas radioelétricas; sinais de satélite; fio, cabo ou outro condutor; meios óticos ou qualquer outro processo eletromagnético;

III - retransmissão - a emissão simultânea da transmissão de uma empresa por outra;

IV - distribuição - a colocação à disposição do público do original ou cópia de obras literárias, artísticas ou científicas, interpretações ou execuções fixadas e fonogramas, mediante a venda, locação ou qualquer outra forma de transferência de propriedade ou posse;

V - comunicação ao público - ato mediante o qual a obra é colocada ao alcance do público, por qualquer meio ou procedimento e que não consista na distribuição de exemplares;

VI - reprodução - a cópia de um ou vários exemplares de uma obra literária, artística ou científica ou de um fonograma, de qualquer forma tangível, incluindo qualquer armazenamento permanente ou temporário por meios eletrônicos ou qualquer outro meio de fixação que venha a ser desenvolvido;

VII - contrafação - a reprodução não autorizada;

VIII - obra:

a) em co-autoria - quando é criada em comum, por dois ou mais autores;

b) anônima - quando não se indica o nome do autor, por sua vontade ou por ser desconhecido;

- c) pseudônima - quando o autor se oculta sob nome suposto;
 - d) inédita - a que não haja sido objeto de publicação;
 - e) póstuma - a que se publique após a morte do autor;
 - f) originária - a criação pirimidina;
 - g) derivada - a que, constituindo criação intelectual nova, resulta da transformação de obra originária;
 - h) coletiva - a criada por iniciativa, organização e responsabilidade de uma pessoa física ou jurídica, que a publica sob seu nome ou marca e que é constituída pela participação de diferentes autores, cujas contribuições se fundem numa criação autônoma;
 - i) audiovisual - a que resulta da fixação de imagens com ou sem som, que tenha a finalidade de criar, por meio de sua reprodução, a impressão de movimento, independentemente dos processos de sua captação, do suporte usado inicial ou posteriormente para fixá-lo, bem como dos meios utilizados para sua veiculação;
- IX - fonograma - toda fixação de sons de uma execução ou interpretação ou de outros sons, ou de uma representação de sons que não seja uma fixação incluída em uma obra audiovisual;
- X - editor - a pessoa física ou jurídica à qual se atribui o direito exclusivo de reprodução da obra e o dever de divulgá-la, nos limites previstos no contrato de edição;
- XI - produtor - a pessoa física ou jurídica que toma a iniciativa e tem a responsabilidade econômica da primeira fixação do fonograma ou da obra audiovisual, qualquer que seja a natureza do suporte utilizado;
- XII - radiodifusão - a transmissão sem fio, inclusive por satélites, de sons ou imagens e sons ou das representações desses, para recepção ao público e a transmissão de sinais codificados, quando os meios de decodificação sejam oferecidos ao público pelo organismo de radiodifusão ou com seu consentimento;
- XIII - artistas intérpretes ou executantes - todos os atores, cantores, músicos, bailarinos ou outras pessoas que representem um papel, cantem, recitem, declamem, interpretem ou executem em qualquer forma obras literárias ou artísticas ou expressões do folclore.
- Art. 6º Não serão de domínio da União, dos Estados, do Distrito Federal ou dos Municípios as obras por eles simplesmente subvencionadas.