UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

RONALD MONTEIRO GROSSI

A IMPORTÂNCIA DA PILOTAGEM ELEMENTAR NOS AVIÕES MODERNOS

Palhoça

2017

RONALD MONTEIRO GROSSI

A IMPORTÂNCIA DA PILOTAGEM ELEMENTAR NOS AVIÕES MODERNOS

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: Prof. Esp. Antônio Carlos Vieira de Campos

Palhoça

2017

RONALD MONTEIRO GROSSI

A IMPORTÂNCIA DA PILOTAGEM ELEMENTAR NOS AVIÕES MODERNOS

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, 18 de setembro de 2017

_____

Orientador: Prof. Esp. Antônio Carlos de Vieira Campos

_____

Prof. Esp. Hélio Luis Camoes de Abreu

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Especialista Antônio Carlos de Vieira Campo pelo apoio, ajuda e dedicação durante a orientação desse trabalho.

Aos colegas, amigos, professores e tutores do curso de Ciências Aeronáuticas da Universidade do Sul de Santa Catarina, pelo conhecimento transmitido, pelo companheirismo e apoio ao longo desses anos.

A todos os colegas, aviadores que me incentivaram a estudar e agregar conhecimentos para a carreira de piloto de aeronaves.

A todos, meu muito obrigado!

RESUMO

Esta pesquisa está direcionada diretamente no tema da importância da manutenção da pilotagem manual proficiente nos aviões modernos e cada vez mais automatizados. O foco principal é na análise de sistemas de automação das aeronaves versus pilotagem manual eficiente em caso de falhas e, obviamente o impacto que tem na segurança de voo da aviação civil. Esta pesquisa teve como objetivo geral adquirir conhecimentos para salientar a importância do piloto de linha aérea em manter suas habilidades manuais de voo proficientes, para em caso de falha no automatismo, haja uma pilotagem manual segura até o pouso da aeronave. Caracteriza-se como uma pesquisa exploratória com procedimento bibliográfico e documental por meio de livros, artigos e reportagens de revistas especializadas e portais de notícias. A abordagem utilizada foi qualitativa. O primeiro tópico abordado é a respeito da automação dos aviões modernos e a evolução dela. Desde os primeiros aviões que navegavam somente com a bussola e um cronômetro, até os dias de hoje, que o avião praticamente pousa, freia e para sem a mão do piloto nos controles da aeronave. Além do tamanho das aeronaves crescerem, os sistemas de tecnologia embarcada e a complexidade da automação também evoluíram muito. O trabalho que outrora necessitava de cinco pessoas na cabine, hoje precisa apenas dois, sendo grande parte das funções atribuída à automação. O segundo tópico abordado diz respeito á consciência situacional quanto ao automatismo, sendo que passou-se a exigir mais do piloto o gerenciamento atento e eficaz dos sistemas embarcados e tecnológicos das aeronaves, além, óbvio da pilotagem manual e elementar. É bom relembrar que o automatismo é extremamente vantajoso, mas pode induzir a perda da consciência situacional, ocasionando erros de performance, ações equivocadas e um "vício" para a perda das habilidades manuais de pilotagem. O terceiro tópico diz respeito às características básicas da pilotagem elementar e aerodinâmica. O último tópico consiste no estudo de um acidente aéreo que houve participação direta da interação homem-maquina no resultado final do acidente. Portanto, conclui-se com os resultados obtidos na pesquisa, que o desconhecimento das técnicas de pilotagem manual e a não observância de se ter a consciência situacional elevada fazem com que aumente muito a chance de se ter um acidente aéreo de grandes proporções. Ainda esse estudo observou a importância de se ter um treinamento mais adequado quanto as técnicas básicas de controle manual da aeronave com pane no sistema de automação.

Palavras – Chave: Pilotagem Elementar. Automatismo. Segurança de Voo. Consciência Situacional. Aerodinâmica

ABSTRACT

This research is directly focused on the importance of maintaining proficient manual piloting in modern and increasingly automated aircraft. The main focus is on analyzing aircraft automation systems versus efficient manual handling in case of failures and of course the impact it has on civil aviation flight safety. This research had as general objective to acquire knowledge to emphasize the importance of the pilot of airline in maintaining his proficient manual skills of flight, in case of failure in the automation, there is a safe manual piloting until the landing of the aircraft. It is characterized as an exploratory research with bibliographic and documentary procedure through books, articles and reports from specialized magazines and news portals. The approach used was qualitative. The first topic discussed is about the automation of modern aircraft and the evolution of it. From the first planes that only sailed with the bus and a stopwatch to the present day, the plane practically lands, brakes and without the pilot's hand in the controls of the aircraft. As well as the size of aircraft, the embedded technology systems and the complexity of automation have also evolved. The job that once needed five people in the booth, now only needs two, and most of the functions assigned to automation. The second topic is concerned with situational awareness regarding automatism, and it was necessary to require more of the pilot the attentive and efficient management of the embedded and technological systems of the aircraft, besides obvious manual and elemental piloting. It is good to remember that automation is extremely advantageous, but it can induce loss of situational awareness, leading to performance errors, wrong actions and a "vice" to the loss of manual pilot skills. The third topic concerns the basic characteristics of elemental and aerodynamic piloting. The last topic is the study of an air accident that had a direct participation of the man-machine interaction in the final result of the accident. Therefore, it is concluded with the results obtained in the research, that the lack of knowledge of manual piloting techniques and the lack of observance of high situational awareness increase the chance of having a major air accident. Also, this study observed the importance of having a more adequate training as the basic techniques of manual control of the aircraft with a stop in the automation system

Keywords: Elementary Piloting. Automation. Flight safety. Situational Awareness. Aerodynamics.

LISTA DE ABREVIATURAS

ADR – Air Data Reference

AT – Autothrotlle

ATHR – Autothrust

BEA – Bureau d'Enquetes et d'Analyses pour la sécurité de l'aviation civile

CENIPA – Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos

CFIT – Controlled Flight Into Terrain

CG – Centro de Gravidade

CL – Climb

CRM – Crew Resource Management

ECAM – Electronic Centralized Aircraft Monitor

EFIS – Electronic Flight Instrument System

EICAS – Engine Indicating and Crew Alerting System

ELT – Emergency Locator Transmitter

FAA – Federal Aviation Administration

FADEC – Full Authority Digital Engine Control

FBW – Fly by Wire

FCOM – Flight Crew Operating Manual

FD – Flight Director FDR – Flight Data Recorder

FMA – Flight Mode Annunciator

FMC – Flight Management Computer

FMS – Flight Management

GPWS – Ground Proximity Warning System Organizing

ISIS – Integrated Standby Instrument Systems

MCP – Mode Control Panel

MCT – Maximum Continuous Thrust NASA

PF – Pilot Flying

PFD – Primary Flight Display

PM – Pilot Monitoring

SA – Situational Awareness

SIPAER – Serviço de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos

SOP – Standard Operating Procedures

TAS – True Airspeed

TLA – Thrust Lever Angle

TOGA – Takeoff Go-Around

VMO/MMO – Velocidade Máxima Estrutural

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 13
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO.....13
1.2 PROBLEMA DA PESQUISA…….. 14
1.3 OBJETIVOS 14
1.3.1 Objetivo Geral……14
1.3.2 Objetivo Específico……14
1.4 JUSTIFICATIVA 15
1.5 METODOLOGIA……16
1.5.1 Natureza da pesquisa e tipo de pesquisa……..16
2 FUDAMENTAÇÃO TEÓRICA 16
2.1 AUTOMAÇÃO.....16
2.2 CONSCIÊNCIA SITUACIONAL 17
2.3 PILOTAGEM ELEMENTAR.....19
2.4 ACIDENTE AIR FRANCE AF 447.....21
3 CONCLUSÃO……..23
REFERÊNCIAS……25
.

1 INTRODUÇÃO

Esta pesquisa está diretamente focado ao excesso de confiança no automatismo dos aviões modernos e na extrema confiança por parte do piloto na maquina e no gerenciamento eletrônico da navegação durante os voos nos aviões modernos. O foco principal da análise é que, na falha de um dos sistemas eletrônicos de gerenciamento de voo, sendo piloto-automático, acelerador automático, sistema de gerenciamento de voo, gerenciamento de navegação computadorizado, o piloto use a sabedoria convencional em pilotagem elementar para completar o voo com segurança. Portanto esse trabalho estará direcionado estritamente a segurança de voo.

As principais fontes consultadas para a elaboração do trabalho foram livros sobre aerodinâmica, livros acadêmicos, artigos científicos, dissertações, manuais de fabricante de aeronaves, portais da internet sobre segurança de voo, portais de notícias, portais de agências reguladores brasileiros e estrangeiros.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O estudo deste trabalho destina-se ao entendimento que há a perda de habilidades de “voos manual” com o excesso de automação dos aviões, uma vez que o automatismo se tornou fundamental no manejo dos aviões modernos, pois além de diminuir a carga de trabalho dos pilotos, também é uma exigência empregada por muitas empresas aéreas comerciais pelo mundo pelo fato de ser mais precisa a navegação, proporcionando assim economia de combustível.

A falta de habilidade dos pilotos no controle manual dos aviões pode gerar acidentes e perda de controle em voo e, a maioria das investigações de incidentes e acidentes tem tratado, nos seus relatórios finais, com destaque para as recomendações de segurança, de uma grande incidência de erros operacionais classificados como fatores contribuintes para esses eventos indesejáveis, muitos deles transformados em tragédias, sempre em função de um significativo desequilíbrio na relação Homem/Máquina/Meio. O ponto focal é a dificuldade que se apresenta, em algumas ocasiões, no exercício da interatividade do Homem com outros elementos e componentes do cenário operacional do cotidiano da atividade aérea, a qual pode fragilizar, ou até mesmo eliminar, as barreiras de proteção e as ferramentas de

prevenção de incidentes e acidentes aeronáuticos instaladas nos cockpit s das aeronaves mais modernas.

Portanto há necessidade do piloto em manter em mente os conceitos elementares de voo, agregado à proficiência técnica necessária para a pilotagem manual caso precise usar e que esteja sempre focado na consciência situacional em todas etapas do voo. As evidentes vantagens dos sistemas automatizados não os livra de falhas e problemas e para tanto propõe-se esse trabalho.

1.2 PROBLEMA DA PESQUISA

Qual é a importância da habilidade dos pilotos para fazer os aviões voarem por controle manual?

1.3 OBJETIVO

1.3.1 Objetivo geral

O objetivo geral dessa pesquisa será adquirir conhecimentos para salientar a importância do piloto de linha aérea em manter suas habilidades manuais de voo em dia e a importância de se ter em mente o que fazer em caso de pane geral dos sistema automáticos e computadorizados dos aviões modernos.

1.3.2 Objetivo Específico

1. Analisar a importância das habilidades manuais dos piloto de aeronaves automatizadas conhecendo ângulos de aerodinâmica básicos para um voo.
2. Conhecer basicamente os sistemas automáticos e eletrônicos de aviões modernos e assim refletir para a necessidade de se manter com consciência situacional elevada durante o monitoramento deles.
3. Examinar um acidente aeronáutico no quesito interação homem/maquina/meio e verificar se as habilidades manuais de voo pudesse ter mudado o rumo desse acidente.

1.4 JUSTIFICATIVA

Torna-se extremamente importante que o piloto de aeronaves modernas estejam adaptado ao meio e a máquina e assim mantenha a consciência situacional durante a operação de aviões automatizados. Para isso a relevância desse tema fará com que pilotos se mantenham aletas quanto a prática manual do voo, ainda que se treine em simuladores de voo.

Segundo Endsley (1996, p.1), o papel do operador humano mudou drasticamente no último século. Ao invés de executar tarefas, o trabalho agora é ser monitor de um sistema automatizado, um papel que pessoas normalmente não estão aptas a executar. Ainda segundo Endsley (1996), os humanos continuam como parte crítica da maioria dos sistemas automatizados. Eles devem monitorar por falhas nos sistemas e também pela presença de condições que o sistema não foi projetado para lidar.

Esse trabalho foi proposto, pois segundo um relatório do FAA, Administração Federal de Aviação dos Estados Unidos da América, divulgado para a imprensa em 2013 pela revista New Scientist em 2013, fica notório a perda de habilidades de voos manuais e elementares com o excesso de automação dos aviões, já que o automatismo se tornou fundamental pois diminui a carga de trabalho dos pilotos e é exigido por muitas empresas aéreas comercial pelo mundo. A habilidade dos pilotos para fazer os aviões voarem por controle manual está em um limite negativo crítico porque eles confiam demais nos sistemas automatizados de voo. (Revista NEW SCIENTIST 06/12/2013).

Portanto, considerando notório a perda da habilidade de voo manual do piloto com a complacência do automatismo, esse trabalho é relevante para a manutenção da segurança de voo e consequentemente aprimora-se a busca pelo piloto e pelas empresas, a necessidade de manutenção da proficiência manual de voo.

1.5 METODOLOGIA

1.5.1 Natureza da pesquisa e tipo da pesquisa

Buscando obter dados coerentes e verdadeiros com a proposta desse projeto de pesquisa, será empregada a metodologia de pesquisa documental e bibliográfica, baseado em Manuais de equipamentos como BOEING e AIRBUS, artigos da ANAC, manual de pilotagem elementar de voo, livro de aerodinâmica e teoria de voo e estudos de caso de acidentes elaborados pelo CENIPA portanto sendo caracterizada como pesquisa exploratória. Será ainda pesquisado trabalhos acadêmicos sobre o assunto, livros e artigos relacionados à automação de cabines e Fatores Humanos na Aviação. No estudo de caso do acidente, se houve participação direta ou indiretamente da confiança excessiva da automação e como se comportaram na pilotagem elementar em caso de falha total de computadores.

Para tanto será utilizado uma metodologia qualitativa na obtenção de dados.

2 FUDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 AUTOMAÇÃO

Os pilotos de aviões modernos tem um importante papel de gerenciar a performance de sofisticados sistemas automatizados, os quais desempenham a maioria das tarefas referentes as operações de voo. (ABREU JÚNIOR, 2008). Hoje em dia, sob condições normais, os aviadores raramente são demandados a utilizar seus conhecimentos básicos e habilidades manuais de voo, o que reduziu acentuadamente a carga de trabalho na cabine de comando das aeronaves. Isso faz com que a capacidade de pilotagem manual e a capacidade de fazer simples cálculos de navegação baseado em distância, vento, rumo, proa e tempo, se deteriore com o tempo e costume, diremos até complacência e confiança absoluta em sistemas automatizados e computadorizados.

Cada dia que passa, a indústria aeronáutica implanta mais automatismo nos aviões modernos e devido a essa complexidade, o tempo disponível nos programas de treinamento e formação dos jovens pilotos contemplam basicamente a operação desses em circunstâncias

rotineiras (SARTER, WOODS, BILLINGS, 1997) deixando de lado a sabedoria convencional.

Aliado a isso descrito acima, temos a complacência que tem sido atribuída a ter muita confiança em sistemas automatizados por parte de operadores, sendo que essa complacência é uma confiança da pessoa no automatismo como citou Parasuraman (1993) .

A confiança nos sistemas automatizados é um fator crítico, porém necessário a ser empregado pelos operadores. Associado a esta confiança, o monitoramento de sistemas pode acabar sendo negligenciado, uma vez que estes são vigiados pelo automatismo, em favor de outras tarefas, resultando assim num baixo nível de Consciência Situacional. (PARASURAMAN & MOULOUA, 1994).

A própria comunicação entre os pilotos é afetada pela automação. De acordo com Costley, Johnson e Lawson (1989), entre três diferentes aviões fabricados pela Boeing e com diferentes concepções de automação, a intercomunicação na cabine diminuiu conforme o nível de automação aumentou.

A redução na consciência situacional pode ser encontrada dentro dos sistemas automatizados, já que: 1) As pessoas tendem a negligenciar a automação e seus parâmetros; 2) Tentam monitorar, mas falham por causa de problemas de vigilância; ou 3) estão atentos aos problemas por causa dos alertas do sistema, mas não compreendem o seu significado. (ENDSLEY, 1996). Portanto faz-se necessário estar envolvido sempre no ambiente da operação da aeronave e estar apto para assumir a pilotagem manual com segurança em um momento de uma eventual falha da automação.

2.2 CONSCIÊNCIA SITUACIONAL

A consciência situacional (SA) é definida como “a percepção dos elementos do ambiente, a compreensão do seu significado e a projeção de seu estado no futuro próximo” (Endsley, Bolté & Jones, 2005) Aplicado para a aviação, refere-se ao piloto estar ciente e entender o atual estado da aeronave e do meio em que se encontra. A avaliação inadequada, compreensão

errônea ou monitoramento ineficiente de algum parâmetro de voo contribui para uma deficiente “Consciência Situacional”, podendo conduzir a ações impróprias pelo piloto.

Segundo Endsley (1996, p.1), os níveis da consciência situacional são:

Os níveis da consciência situacional são:

Nível 1 – percepção: reage atrás da situação (o piloto fica sabendo depois da ocorrência)

Nível 2 – compreensão: atualizado com a situação mais desligado dos acontecimentos futuros (o piloto sabe o que está acontecendo, mas não se antecipa interrompendo a cadeia de acontecimentos futuros)

Nível 3 – Projeção: proativo, à frente da situação, projeta as necessidades futuras (nível ideal para um piloto).

Se pensarmos nas apreciáveis diferenças de significado que o verbo voar apresentava para um gênio como Alberto Santos-Dumont, e aquela que apresenta hoje para um piloto de Boeing-777, nos deparamos com duas questões fundamentais envolvidas, tanto no nível mais elevado de SA (projeção de seu estado futuro), quanto para a inovação (imaginar a transformação que os produtos sofrerão). Estou me referindo aos conceitos de automação e complexidade. (ANDRADE DA SILVA, 2015).

Segundo o dicionário brasileiro da língua portuguesa MICHAELIS, automação é definido por um sistema constituído por dispositivos mecânicos ou eletrônicos, utilizado em fábricas e estabelecimentos comerciais, em telecomunicações, em instituições hospitalares e bancárias etc., destinado à operacionalização e controle dos processos de produção, que dispensa a intervenção direta do homem. Portanto, a automação na aviação, é fundamental para facilitar o trabalho do piloto em relação a pilotagem, a navegação e o gerenciamento dos sistemas complexos da aeronave. Com base nisso, Andrade da Silva (2015) disse que por mais paradoxal que pareça, ainda que um Boeing-777 seja muito mais complexo de operar, a compreensão que Santos-Dumont tinha (do processo inteiro do voo), era muito mais ampla e significativa do que aquela que os pilotos atuais possuem (porque entregam para a automatização o gerenciamento dos sistemas, muitas vezes desconhecendo o funcionamento dos mesmos). E não estou me referindo à genialidade de Santos-Dumont. Estou me referindo à visão exigida de um e outro piloto (que por vezes se torna restrita diante da tecnologia e dos processos de automação das aeronaves). Os pilotos da atualidade operam sistemas a respeito dos quais possuem pouca compreensão acerca de seu funcionamento. E Santos-Dumont tinha um “mapa mental” completo a respeito de como um avião funciona. (ANDRADE DA

SILVA, 2015). Baseado nisso friso a importância dos pilotos conhecerem bem os sistemas da aeronave, não só entregando e confiando no sistema de automação, que realmente facilita a vida do piloto, mas gerenciando o sistema baseado no conhecimento, “mapa mental”, que disse Andrade da Silva. Negligenciar o conhecimento dos sistemas confiando somente na automação, é negligenciar a consciência situacional, diminuindo bastante a segurança de voo.

Quanto mais o piloto tem noção de como está o ambiente à sua volta, maior é a sua consciência situacional. Isto inclui a posição atual e o curso da aeronave, os recursos disponíveis e a evolução de fatos que podem afetar as coisas mais tarde, por exemplo, o curso de outro avião próximo e meteorologia dos aeroportos na rota. (VILELA, 2002).

2.3 PILOTAGEM ELEMENTAR

Os conceitos de pilotagem básicas elementares e a sabedoria convencional podemos citar segundo o manual FCTM (Flight Crew Training Manual) da fabricante de aviões BOEING como sendo o conhecimento de conceitos básicos de aerodinâmica e conhecimento das características de manejo (handling) do avião de que se está voando. Um bom conhecimento dos sistemas do avião também ajuda nas situações fora do escopo de panes previsto pelo fabricante. A exemplo disso, temos uma falha estrutural grande, um estouro de bomba a bordo, uma colisão no ar que altere a característica de voo do avião ou uma múltipla falha de sistemas. Quando uma situação fora do escopo previsto pelo fabricante se aplica, a Boeing julga que o piloto utilize a sabedoria convencional para concluir o voo seguro. (FCTM, BOEING CO. Revision 15, 2016)

Há que mencionar que houve mudança no treinamento da recuperação do estol (perda de sustentação por baixa velocidade do avião) por motivo do aumento de perda de controle em voo em caso de erros ou falhas de equipamentos automatizados como com o voo da Turkish Airlines 1951 dia 25 de fevereiro de 2009. Agora o FCTM da Boeing mudou o treinamento para casos de estol, incluindo um tipo com piloto automático ligado na aproximação final. (FCTM, BOEING CO. Revision 15, 2016)

Uma aeronave voa por uma resultante de forças (STUDART 2006; DAHMEN 2006). Não existe nenhum mistério a respeito dessas forças; elas são definidas e conhecidas na aerodinâmica básica por: peso, sustentação, tração e arrasto.

As direções nas quais elas agem, podem ser calculadas, e uma aeronave é projetada para tirar vantagem de cada uma delas. Em todos os tipos de voo, os cálculos estão baseados na amplitude e direção dessas quatro forças.

A asa é um perfil aerodinâmico que se obtém o resultado dessas forças através da velocidade imprimida pela tração e quando a sustentação é maior que o peso, teoricamente a aeronave pode voar. Como resultante disso temos o arrasto (STUDART 2006; DAHMEN 2006).

Há alguns ângulos que devem ser de conhecimento básico dos pilotos (SAINTIVE, 2010) para a boa proficiência do voo manual. São eles:

1 - Ângulo de incidência. é o ângulo formado entre a corda média aerodinâmica da asa e o eixo longitudinal do avião. Este ângulo é fixo, e é decidido no projeto da aeronave.

2- Ângulo de ataque: é o ângulo formado entre a corda média da asa e a trajetória da aeronave (ou vento relativo). Teoricamente quanto maior o ângulo de ataque, maior a sustentação. De fato, a maior sustentação possível de se obter numa aeronave é exatamente no ponto crítico imediatamente antes do estol (perda total de sustentação).

3 – Pitch ou Atitude : é o ângulo formado entre o horizonte e o eixo longitudinal do avião. É o angulo lido no instrumento " horizonte artificial" da aeronave. O horizonte artificial é um dos instrumentos principais de orientação dos pilotos.

Baseado nessas definições e conceitos forma-se uma ideia de pilotagem elementar com variação de potência, incremento ou diminuição de velocidade para se obter sustentação. Isso tem que ficar sempre gravado na cabeça do piloto que opera aeronaves altamente automatizadas, para em caso de uma falha que impeça o piloto de utilizar os sistemas automatizados.

2.4 ACIDENTE AIR FRANCE AF 447

Baseado no relatório final do acidente divulgado pelo BEA em meados de 2012 e divulgado pela revista "Veja" posteriormente, o Airbus A330, matrícula F-GZCP, voo número AF447, da Air France decolou dia 31 de maio de 2009 às 22h20min do aeroporto de GIG – no Rio de Janeiro com destino ao aeroporto CDG, em Paris.

Em um determinado momento o comandante sai da cabine para dar lugar a um terceiro copiloto, procedimento normal em voos longos. O copiloto da direita é o PF e o da esquerda é o PM. A altitude no momento é 35.000pés.

As 02h 10min e 5 segundos do dia 1 de Junho de 2009, com a aeronave passando por uma área de turbulência com grandes formações de nuvens cumulus nimbus na área, cristais de gelo atingem a aeronave e bloqueiam os tubos de pitot que são sondas utilizadas para medir a velocidade do avião. Nesse momento, os indicadores de velocidade ficam indicando velocidades totalmente erradas e desiguais.

Com as velocidades errôneas e desiguais o copiloto faz um movimento de puxar o sidestick (dispositivo de comando da aeronave que substitui o manche), levantando o nariz da aeronave e forçando-a a subir, ocasionando a ativação do aviso de estol por duas vezes.

Trinta segundos após, a velocidade indicada no lado esquerdo do cockpit torna-se válida novamente, marcando agora 223kts.

Apesar de a aeronave conter três indicadores de velocidade, somente ficaram registrados no FDR (gravador de dados do voo) os dados do PFD (display de voo primário) do lado esquerdo e do ISIS (Equipamento auxiliar redundante que também registra velocidade)

As 2h 10min e 51 segundos, o aviso de stall soa novamente, mas desta vez de uma maneira contínua. Os manetes de potência são posicionados na posição TO/GA e o PF continua a realizar comandos para subir o nariz do avião.

Quinze segundos depois, a fonte de informação de velocidade do lado direito é selecionada para o ADR3 (que estava fornecendo informações válidas de velocidade). Neste momento, o copiloto passa a ter em sua tela a informação da velocidade real da aeronave, indicando 185kts. Apesar disso, ele continua a manter o sidestick para trás, forçando a aeronave a subir mais. A altitude no momento é de 38.000 pés, três mil pés acima da prevista e a velocidade real do avião muito baixa para poder ter sustentação e se manter em voo.

Pouco depois, o PM diz “controles na esquerda” e toma a prioridade no comando do avião do copiloto. Quase que imediatamente, o PF pressiona o botão no seu sidestick, retomando o controle da aeronave.

As 2h 11min e 42 segundos, o comandante retorna a cabine depois de inúmeros chamados feitos pela tripulação. Durante os próximos segundos, todas as três indicações de velocidade tornam-se inválidas novamente e o alarme de stall para após soar continuamente por 54 segundos. Neste momento, a aeronave está fora do envelope de voo, com uma atitude de 15

graus em relação ao horizonte, o ângulo de ataque excedendo 40 graus e uma razão de descida de aproximadamente -10.000pés/minuto.

Vinte segundos depois, ambos os pilotos comentam que "não tenho mais indicações válidas". Logo em seguida, o PF empurra o sidestick para frente, reduzindo a atitude da aeronave. Isso faz com que o ângulo de ataque diminua e então as velocidades tornam-se válidas. Com isso, o aviso de stall soa novamente.

A gravação termina às 2h 14min e 28 segundos com a aeronave caindo no oceano atlântico. (fonte: http://veja.abril.com.br/brasil/os-momentos-que-antecederam-a-queda-do-airbus-a330)

Segundo o BEA, a circunstância do problema no voo AF447 pegou os dois tripulantes de surpresa . As dificuldades no controle do avião em alta altitude e com turbulência levaram a controles excessivos de roll e um comando brusco de pitch up. Contribuíram para isso as indicações erradas de velocidade, mensagens confusas nos computadores que não ajudaram no diagnóstico da situação, e ainda, no momento do acidente, não havia treinamento disponível para recuperação de stall em altas altitudes, o que, lamentavelmente e provavelmente, levou o piloto voando a realizar o procedimento que ele havia treinado no simulador: Aplicar potência máxima e aumentar o pitch, que é atitude do avião em relação a linha do horizonte.

Ainda de acordo com o BEA, agora fica claro que essa tomada de atitude do piloto não foi ideal e segundo o órgão investigador europeu, resultou em um stall, que é a perda de sustentação da aeronave. Infelizmente os pilotos não tiveram esta visão de manterem pitch/potencia, situação prevista para velocidade não confiável", porém não por culpa deles, mas sim se todo um background que começa desde o treinamento e a concepção de controles de voo e suas leis de prioridade juntamente com feedback no outro sidestick da fabricante AIRBUS.

O avião entrou em stall, o que foi avisado pelo aviso sonoro e uma vibração muito forte da estrutura (Buffet) e apesar destes sintomas clássicos, nenhum dos tripulantes percebeu o que estava acontecendo, não fazendo a manobra de recuperação utilizando os preceitos de pilotagem manual adequados. A combinação da ergonomia do design dos aviões da AIRBUS, dos avisos de emergência errôneos por causa do congelamento dos pitots (sonda que calcula a velocidade dos aviões) , juntamente com as condições meteorológicas adversas, treinamento de stalls durante o voo de cruzeiro inadequado e o processo de treinamento regular para

pilotagem manual com o modo computadorizado dos controles de voo degradado, contribuíram significativamente para esse acidente. (BEA – Bureau d'Enquetes et d'Analyses pour la sécurité de l'aviation civile, Interim Report número 3).

2 CONCLUSÃO

Tudo se aperfeiçoa e melhora com o passar dos tempos, e no segmento da aviação não é diferente. As cabines de comando passaram simplesmente de lugares onde o piloto entrava para pilotar a aeronave de forma manual e utilizando o rumo e o tempo, baseado em uma velocidade, a um ambiente automatizado e tecnológico a cada dia que passa, reduzindo o número de pessoas na cabine, que já chegou a cinco, para somente duas pessoas e inúmeros computadores. A tecnologia é tão avançada que praticamente o piloto não voa mais e não utiliza mais os conhecimentos básicos de aerodinâmica e voo manual da aeronave, somente gerencia todos os sistemas nela embarcados e quando voa manualmente é somente para pouso e decolagem em curtos minutos.

A vantagem trazida pela automação é grande, aumentando a segurança de voo por diminuir a carga de trabalho dos tripulantes e aumentando a economia de combustível baseado em precisão de navegação para as empresas. Porém, mesmo que os pilotos não estejam realmente pilotando a aeronave, é preciso que haja em mente os conceitos básicos de pilotagem para em caso de emergência, utiliza-los para sair de situações de perda de controle em voo e há que se manter uma consciência situacional efetiva e ativa em todas as fases do voo.

Os sistemas automatizados foram projetados para auxiliar os pilotos nas tarefas diárias, com o objetivo de tornar o voo mais factível, fácil e econômico para as empresas. Porém, todas essas tecnologias tem um ponto fraco. Por mais avançado que seja o sistema, ele pode apresentar falhas, por isso, cada vez mais, a relação-homem máquina é muito importante referente à habilidade de voo manual e de cálculos sem a necessidade do computador. Ao apresentar uma falha, o sistema perde algumas ou todas as características, sendo papel dos pilotos saberem quais são e o que isso representa no voo, passando a usar a sabedoria convencional para a condução do voo.

A falta de interação entre homem-máquina quando numa situação anormal faz com que ocorra acidentes que se classificam como “falha humana” pelas autoridades, daí a necessidade de se treinar cada vez mais essa interação, seja através de simuladores ou condicionamento teórico adequado.

Portanto vê-se claramente a importância de se estudar, compreender, e se manter em constante consciência situacional no manejo de aeronaves automatizadas, sabendo utilizar a pilotagem manual conforme os conceitos aerodinâmicos de forma correta quando necessário.

Ainda vale ressaltar, que por meio deste estudo foi observado a importância e a relevância do tema para aviação civil internacional, assim como a riqueza de detalhes que devem ser levados em conta na pilotagem elementar e seus conceitos, por isso o assunto não se esgota e, portanto, pode vir a ser explorado em investigações posterior como forma de aprofundar ainda mais essa pesquisa no intuito de compreender mais sobre o assunto e produzir conhecimento na área.

REFERÊNCIAS

BEA, **Final Report Air France AF447,** 2012. Disponível em: http://www.bea.aero/docspa/2009/f-cp090601.en/pdf/f-cp090601.en.pdf. Acesso em 29 jul. 2017

Billings, C. E. (1991). **Human-centered aircraft automation: A concept and guidelines** (NASA Technical Memorandum 103885).

Davies, D.P., ***Handling the Big Jets,*** 1979, CAA, London

ENDSLEY, Mica R. **Automation and situation awareness,** 1996

FAA Human Factors Team,The **Interfaces Between Flightcrews and Modern Flight Deck Systems,** 1996. Disponível em: http://www.faa.gov/aircraft/air_cert/design_approvals/csta/publications/media/fltcrews_fltdeck.pdf. Acesso em: 29 jul. 2017

Física na Escola vol 7., n. 2, 2006 disponível em http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol7/Num2/v13a07.pdf acesso: 06/09/2017

Langley Research Center, **The Glass Cockpit,** 2000 Disponivel em: http://www.nasa.gov/centers/langley/news/factsheets/Glasscockpit.html. Acesso: 04 ago. 2017.

National Aeronautics and Space Administration, **NASA's B-737 Flying Laboratory.** Disponível em: http://www.nasa.gov/centers/langley/news/factsheets/B-737.html. Acesso em 04 ago. 2017

PARASURAMAN, Raja. (1987). **Human-computer monitoring.** *Human Factors, 29(6),*

PARASURAMAN, Raja & MOULOUA, Mustapha. **Automation and Human Performance:** Theory and Applications. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 1996.

Revista Veja disponível em http://veja.abril.com.br/brasil/os-momentos-que-antecederam-a-queda-do-airbus-a330. Acesso em 04 ago. 2017

SAINTIVE, N. S., **Teoria de voo Introdução a Aerodinâmica**, 2010

The Boeing Company, **Flight Crew Operating Manual,** v.15 2016.

The Boeing Company, **The Role of Human Factors in Improving Aviation Safety,** Disponível em: http://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/aero_08/human.pdf. Acesso: 04/08/2017.