



**UNISUL**

**UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA**

**RENÊ AUGUSTO CANO DE SOUZA**

**A FORMAÇÃO DE PILOTOS DIANTE DAS NOVAS TECNOLOGIAS  
DE AUTOMAÇÃO DA CABINE DE COMANDO**

**PALHOÇA**

**2017**

**RENÊ AUGUSTO CANO DE SOUZA**

**A FORMAÇÃO DE PILOTOS DIANTE DAS NOVAS TECNOLOGIAS  
DE AUTOMAÇÃO DA CABINE DE COMANDO**

Projeto de pesquisa apresentado ao Curso de graduação em Ciências Aeronáuticas, da Universidade do Sul de Santa Catarina, como requisito parcial para elaboração da monografia.

Orientador: Dr. Giovani de Paula

**PALHOÇA**

**2017**

**RENÊ AUGUSTO CANO DE SOUZA**

**A FORMAÇÃO DE PILOTOS DIANTE DAS NOVAS TECNOLOGIAS  
DE AUTOMAÇÃO DA CABINE DE COMANDO**

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 2017

---

Orientador: Dr. Giovani de Paula

---

Prof. Dr. Giovani de Paula

Precisamos dar um sentido humano às nossas construções. E, quando o amor ao dinheiro, ao sucesso nos estiver deixando cegos, saibamos fazer pausas para olhar os lírios do campo e as aves do céu.

**Érico Veríssimo**

## RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo compreender a relação entre homem/máquina aplicada à aviação moderna no que tange ao impacto na formação de pilotos diante de novas tecnologias que cada vez mais tornam automatizadas as cabines de comando e o CRM Digital. E também, constatar e justificar o crescente aumento na necessidade de treinamentos mais sofisticados em simuladores para pilotos em comando de aeronaves automatizadas. A presente pesquisa caracteriza-se descritiva, com procedimento bibliográfico por meio de livros, artigos, reportagens, regulamentos e leis e com abordagem quali – quantitativa. A formação profissional de pilotos compõe um caráter cognitivo e um caráter emocional que envolve interações intrapessoais e relações interpessoais além da relação homem x máquina. As teorias educacionais que tratam do desenvolvimento de competências essenciais e habilidades para a execução de determinada atividade, podem, em muito, auxiliar os caminhos no processo de aprendizagem de pilotos no Brasil. Com a pesquisa constatou-se que o benefício trazido pela automação é imenso, aumentando a segurança de voo por diminuir a carga de trabalho dos tripulantes. Porém, as dificuldades existentes com relação à automação nas cabines de comando das aeronaves modernas podem ser amenizadas se forem criados padrões internacionais e com a melhora no processo de formação de pilotos. Conclui-se fundamental a revisão das normas e das matrizes curriculares que estruturam as licenças de piloto, levando sempre em consideração, a constante reciclagem de pilotos já atuantes em simuladores de voo.

Palavras-chave: Automação. Cabine de Comando. Segurança de Voo. Formação de pilotos.

## **ABSTRACT**

This research aimed at the relationship between man and machine applied to modern aviation regarding the impact on the training of the pilots in the face of new that increasingly become automated as cockpit and Digital CRM. Also, note and justify the growing increase in the need for more sophisticated simulator training for pilots in command of automated aircraft. This present research is characterized by descriptive, with bibliographic procedure through books, articles, reports and laws and with qualitative – quantitative approach. Vocational training for pilots comprises a cognitive character and an emotional character that involves intrapersonal interactions and interpersonal relationships beyond the relation man x machine. The educational theories that deal with the development of competencies essential and abilities for the execution of a given activity can, in a great way, aid the paths in the learning process of pilots in Brazil. After the research it is concluded that the benefit brought by automation is immense, increasing flight safety by reducing the workload of the crew. However, the difficulties with automation in the cockpits of modern aircraft can be mitigated by creating international standards and by improving the training of the pilots. Concludes that it is essential to review the standards and curricular matrices that structure pilot licenses, always taking into consideration the constant recycling of pilots already active in flight simulators.

Key-words: Automation. Cockpit. Safety of the flight. Pilots training.

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	3
1.1. JUSTIFICATIVA.....	6
1.2. OBJETIVO.....	7
1.3. METODOLOGIA.....	7
<b>2. A EVOLUÇÃO DAS AERONAVES: DO ANALÓGICO À AUTOMAÇÃO</b> .....	9
2.1. EVOLUÇÃO DAS CABINES DE COMANDO.....	10
2.2. AUTOMAÇÃO.....	14
2.2.1. Vantagens, desvantagens e desafios da automação:.....	18
2.2.1.1. Vantagens:.....	18
2.2.1.2. Desvantagens:.....	19
2.2.1.3. Necessidade e desafios diante da automação:.....	20
2.3. SEGURANÇA DE VOO.....	20
2.3.1. Consciência situacional.....	21
2.4. SIMULADOR DE VOO.....	24
2.5. COMPETÊNCIAS E HABILIDADES – ESSENCIAIS PARA O APRIMORAMENTO E FORMAÇÃO DE PILOTOS.....	29
<b>3. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	32
<b>4. REFERÊNCIAS</b> .....	34

## 1. INTRODUÇÃO

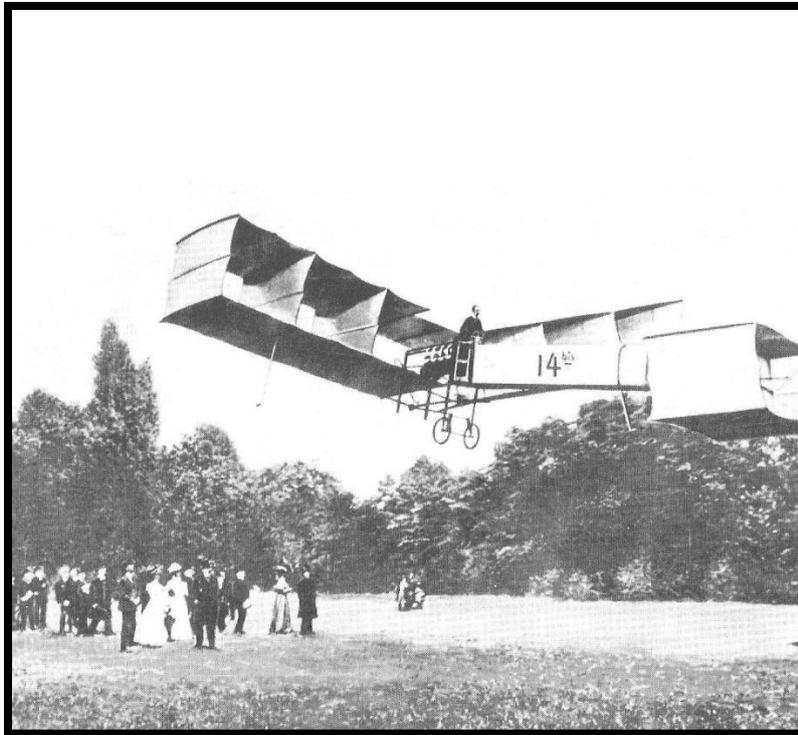
O domínio do deslocamento controlado no ar foi uma obra coletiva. Teria de ser coletiva, pela diversidade de problemas a que se teria de dar soluções, pelo largo espectro de conhecimento especificamente aplicado que teria de ser desenvolvido. Mas, se destacam entre os inventores relacionados ao domínio da navegação aérea o brasileiro Alberto Santos-Dumont e os irmãos norte-americanos Wilbur e Orville Wright (DIAS, 2004).

Santos-Dumont inicia uma saga de inovador comandando o empreendimento de desenvolver o reconhecidamente menor aeróstato livre até então construído, com câmara de apenas 113 metros cúbicos, quando o mínimo admitido pelos técnicos era 250 metros cúbicos. Conseguiu isto através de um projeto aprimorado, especialmente na quantificação dos parâmetros críticos, juntamente com a introdução simultânea de várias inovações neste seu primeiro aeróstato, em 1898. O pleno êxito do empreendimento, do ponto de vista prático, fica por conta das mais de uma centena de ascensões realizadas por este balão, a que denominou Brasil. A experiência adquirida por Santos-Dumont em ascensões em seu Brasil e o conhecimento do estado da arte na tentativa de construção de dirigíveis, bem contido no *Aéro Club de France*, do qual era sócio, serviram de base para um conjunto de inovações dirigidas aos dirigíveis, inventadas e desenvolvidas por Santos-Dumont (DIAS, 2004).

Foram inovações indispensáveis para, em 20 de setembro de 1898, com o nº 1, que atingia até 30 km/h convencer e convencer-se da dirigibilidade dos aeróstatos, subindo a 400 m, manobrando a favor e contra o vento, e retornando ao ponto de partida. A partir de então, muitos outros modelos foram feitos pelo aviador até que o desenvolvimento do modelo nº 14, depois denominado como 14-Bis (DIAS, 2004).

Em 12 de novembro de 1906, o aviador brasileiro Santos Dumont, pela primeira vez, realizou o primeiro voo homologado da história da aviação com o seu avião 14-Bis (DIAS, 2004).

Figura 1 – Primeiro voo homologado da história da aviação realizado em 12 de novembro de 1906.

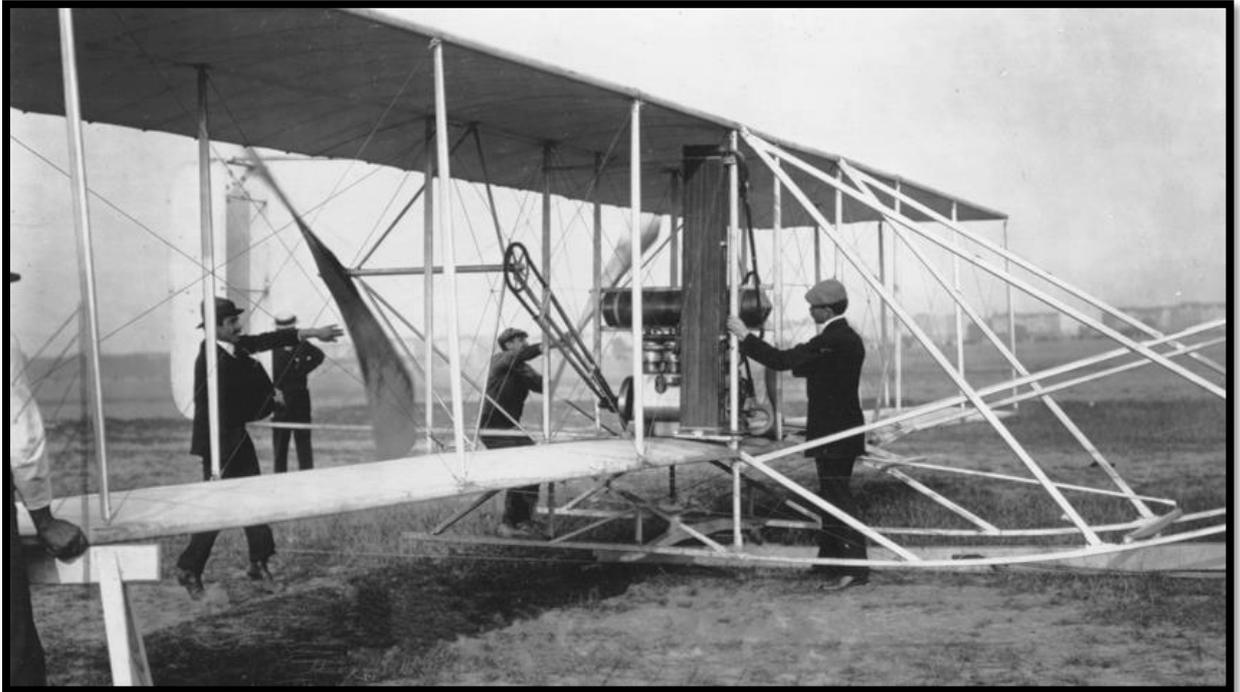


Fonte: Google Imagens (2017).

Os irmãos Wright perseguiram a rota de aperfeiçoamento do voo planado. A partir de uma busca sistemática do publicado sobre a questão da aviação, desenharam e produziram planadores não tripulados, e a partir deles, desenharam e produziram planadores tripulados. Em 1899, escolheram Kitty Hawk, uma ilha no litoral norte da Carolina do Norte com ventos adequados, com colinas bem adequadas ao voo planado tripulado e, principalmente pela condição especialmente favorável às aspirações de completo segredo, por ser uma praia deserta no inverno (DIAS, 2004).

A etapa seguinte, desenvolvida em 1903, consistiu em motorizar o planador. Teve as dimensões expandidas para suportar o peso adicional do motor e demais elementos do sistema de propulsão, passando a denominar-se Flyer. A partir de então, muitos outros modelos foram desenvolvidos pelos irmãos. Em 1908 os Wright se apresentam publicamente, enfim, voando com seu avião. Trata - se do quarto modelo, o Wright A (DIAS, 2004).

Figura 2 – Wright A, avião projetado pelos irmãos Wright em 1908.



Fonte: Google imagens, 2017.

E então, na década de 1930, a chamada “Era de Ouro” da aviação, houveram várias melhorias técnicas onde foi possível a construção de aviões maiores, que podiam percorrer, igualmente, distâncias e voar em altitudes maiores e mais rapidamente, bem como, podiam assim carregar mais carga e passageiros. Também os avanços na ciência de aerodinâmica permitiram que os engenheiros do setor aéreo desenvolvessem aeronaves cujo desenho, praticamente, não interferisse no desempenho em voo. Neste período os equipamentos de controle e as cabines de comando das aeronaves tiveram melhorias consideráveis, assim como, a evolução das telecomunicações com a utilização dos equipamentos de rádio telecomunicação, permitindo aos pilotos receberem instruções de voo das equipes em terra, e a comunicação de diversas aeronaves entre si. Porém, neste momento da aviação principalmente as habilidades psicomotoras dos pilotos eram exigidas e suficientes para o comando das aeronaves.

Com os desdobramentos e avanço da evolução tecnológica foram gerados sistemas mais precisos para a navegação aérea. Como por exemplo, o surgimento do piloto automático que passou a ser usado na década de 1930, permitindo aos pilotos fazer curtos períodos de descanso em voos de longa duração.

Com o fim da Segunda Grande-Guerra gerou-se a necessidade de incrementar e regulamentar o comércio e o transporte aéreo, as Nações Unidas promoveram uma conferência em 1944, na cidade de Chicago, nos Estados Unidos da América, que foi denominada como A Convenção de Chicago. Esta Convenção teve o propósito de estabelecer uma grande cooperação internacional no transporte aéreo. Delegados de 52 países reuniram-se por sete semanas e celebraram um tratado que foi ratificado ou aderido por mais de uma centena de países e faz parte da base de todo o comércio aéreo até os dias atuais. Cada Estado signatário da Convenção de Chicago incorpora ao seu conjunto normativo os compromissos internacionais assumidos por força do Tratado celebrado (ROLLO, 1994, p.297).

Da Convenção de Chicago aos dias atuais decorreram quase 60 anos de história da aviação. Nesse período, a inserção de novas tecnologias para o gerenciamento de voo nas cabines das aeronaves, com o intuito de se obter maior economia de tempo e recursos financeiros, fez com que novas competências para os pilotos fossem requeridas, como também, infraestruturas de solo e aeroportuárias, sistemas de radar e vetoração.

### 1.1. JUSTIFICATIVA

Este estudo foi motivado devido à vasta experiência deste autor em Aviação Comercial e pela diária convivência com pilotos de aeronaves automatizadas, constatou-se a necessidade de um estudo mais aprofundado na área de automação devido a mudanças rápidas e crescentes na maneira de gerenciar-se aeronaves no dia-a-dia da Aviação.

Vivencia-se um momento de transição quanto à utilização e à inserção de novos artefatos tecnológicos no processo de gerenciamento, controle do espaço aéreo e operações aéreas a partir das cabines de comando.

Para que o desenvolvimento e instalação de novas tecnologias, novas formas de gerenciamento do espaço aéreo e a evolução das tecnologias para gerenciamento das aeronaves resultem em operações aéreas seguras, torna-se fundamental compreender o que é necessário para se ter um gerenciamento adequado, quais competências e habilidades são e serão necessárias desenvolver em todos os responsáveis pela operação e execução de todo o processo envolvido em um voo seguro.

A compreensão de todas estas competências e habilidades é essencial para que seja possível identificar alternativas no processo de formação de um piloto. Acredita-se serem necessárias novas competências e habilidades para se trabalhar em um ambiente a cada dia mais automatizado. Determinar-se então quais seriam tais competências e de que forma poder-se-ia desenvolvê-las e aprimorá-las na próxima geração de profissionais da aviação.

Pretende-se, portanto, definir, compreender e defender a real necessidade do aumento nos treinamentos em simuladores de voo para pilotos em formação, antes que os mesmos assumam o comando de aeronaves automatizadas; como também constante reciclagem para pilotos já em comando das mesmas.

## 1.2. OBJETIVO

A presente pesquisa tem como principal objetivo compreender, através de levantamento bibliográfico, a relação entre Homem/Máquina aplicada à Aviação Moderna, o impacto na formação de pilotos baseada em novas tecnologias através da automação da cabine de comando das aeronaves. E também, tem-se como objetivo constatar e justificar o crescente aumento na necessidade de treinamentos mais sofisticados em simuladores para pilotos em comando de aeronaves automatizadas.

## 1.3. METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se descritiva, com procedimento bibliográfico e com abordagem tanto qualitativa quanto quantitativa.

O procedimento para coleta de dados caracteriza-se como bibliográfico, onde serão efetuadas buscas de informações bibliográficas em artigos e estudos científicos que testem, definam e comprovem os conceitos para a tomada de decisão em todas as fases da pesquisa. Desse modo, a pesquisa em questão visa a uma profunda investigação teórica.

A abordagem da pesquisa foi qualitativa, por se basear na realidade para fins de compreender uma situação única (RAUEN, 2002) e quantitativa, por buscar conhecimento por meio de raciocínio de causa e efeito, redução de variáveis específicas, hipóteses e questões, mensuração de variáveis, observação e teste de teorias. (CRESSWELL, 2007).

Em vista desta investigação teórica, serão utilizados artigos e estudos científicos que abordem o tema da automação da cabine de comandos das aeronaves modernas, como também que correlacionem a formação dos pilotos modernos. Com a finalidade de se definir as vantagens, desvantagens e benefícios da automação e novas tecnologias na Aviação Moderna.

## 2. A EVOLUÇÃO DAS AERONAVES: DO ANALÓGICO À AUTOMAÇÃO

A indústria aeronáutica, influenciada pela globalização acelerada, pela necessidade de aumento da flexibilidade e da mobilidade, bem como pela aceitação e introdução, em seus postos, de novas tecnologias para a execução de suas atividades foi afetada pela introdução progressiva de complexos sistemas sociotécnicos para o gerenciamento de um voo.

Há uma multiplicidade de tarefas no complexo trabalho cotidiano de um piloto, no solo e durante todas as etapas do voo. Tudo se inicia com o planejamento do voo, a fim de que a atuação básica de comandar a tripulação, pilotar, comunicar e navegar seja sustentada e procedida com ordenação, disciplina, supervisão e controle. A partir de então, as etapas de gestão de equipes, de administração de recursos materiais e humanos, de processamento de informações, além da gerência do automatismo na cabine de comando, passam a demandar dos pilotos uma grande porção de energia físico cognitiva, a qual é despendida visando a condução segura, confortável e econômica da aeronave.

O acompanhamento e a supervisão do desempenho do sistema automatizado do avião é outra tarefa de extrema importância no leque de atribuições dos pilotos. Na verdade, esta vigilância reveste-se de grande importância pelo fato do comandante ter que estar preparado para assumir manualmente os comandos da aeronave, a qualquer momento, sem levá-la a situações indesejáveis que podem fazê-lo perder, subitamente, o controle das ações operacionais.

Ao piloto em comando cabe a retenção da autoridade sobre todos os sistemas da aeronave, com o objetivo de mantê-la dentro dos padrões de segurança propugnados pelos limites impostos pelo fabricante à máquina, por aqueles determinados pela Natureza ao Homem e por outros requeridos pelo dinâmico ambiente operacional do voo, sempre com a responsabilidade de harmonizar e equilibrar a equação Homem/Máquina/Meio, evitando chegar às fronteiras de um incidente ou acidente aeronáutico.

Na atividade aérea, as mudanças acontecem quase que diariamente, portanto a atenção e o cuidado devem ser permanentes, sob risco da ocorrência de incidentes e acidentes aeronáuticos. E isto pode ocorrer simplesmente pela introdução de novas tecnologias na cabine de comando dos aviões. Estas tecnologias, por causa

do seu ineditismo, normalmente não trazem com elas experiências e ensinamentos de outras indústrias complexas, o que, muitas vezes, impede rápidas adaptações às novidades operacionais nelas embutidas (PILATI, 2012). Ao longo dos anos, períodos de adaptação, de observações, de experiências, de ajustes e principalmente de correções vêm se fazendo necessários, tanto para os operadores como para o sistema como um todo, a fim de que se conquiste um novo patamar de equilíbrio cognitivo, técnico, administrativo e operacional, o qual, de tempos em tempos, é perdido com a chegada do inédito (PILATI, 2012).

## 2.1. EVOLUÇÃO DAS CABINES DE COMANDO

As aeronaves do começo do século XX utilizavam sistemas de comandos de voo puramente mecânicos, ou seja, o movimento proveniente do manche, que está localizado na cabine de comando, é transmitido às superfícies de comando através do movimento de cabos de aço, passando por polias, guinhóis e quadrantes. Este tipo de concepção foi viável até meados da década de 40, pois com advento da segunda grande guerra, as aeronaves militares sofreram constantes melhorias a fim de conseguirem superioridade aérea perante o inimigo. Enquanto as aeronaves iam ficando cada vez mais rápidas e com capacidade de carregamento de carga ou armamentos melhorados, o controle direcional ficava prejudicado, pois os comandos de voo tradicionais eram pesados quando precisavam ser atuados a altas velocidades, requerendo assim grande esforço do piloto que momento precisava estar com a atenção voltada para a missão. Para solucionar este problema e conseguir um aumento de manobrabilidade da aeronave foram desenvolvidos os sistemas de comandos de voo conhecidos como hidro-mecânicos. Este tipo de sistema também possui os cabos de aço, que estão presentes no manche, mas não está mais ligado à superfície e sim a atuadores hidráulicos que são responsáveis pelo movimento das superfícies de comando, desta maneira conseguiu-se reduzir os esforços do piloto para controlar a aeronave e, além disso, ganhou-se em manobrabilidade (SCHMITT, 1998).

Desde então esta concepção tem sido a mais utilizada principalmente em aplicações civis. Durante a década de 70, foram projetados alguns tipos de aeronaves aerodinamicamente instáveis, e que por isso eram altamente manobráveis, porém, se não houvesse intervenção do piloto ou de algum sistema de monitoramento a

tendência é que ela não percorresse uma trajetória pré-definida. Novamente, para tornar realidade estes projetos, foram necessários novos estudos a respeito dos sistemas de comandos de voo, visto que nem os puramente mecânicos e nem os hidromecânicos supriam a necessidade. Foram desenvolvidos alguns sistemas computacionais de controle, aplicados que possuem o sistema hidromecânico de comandos de voo, e alguns computadores que monitoram as acelerações a que está submetida e que a partir do comando de entrada de dado pelo piloto faz correções para manter-se na trajetória desejada. Este sistema foi logo superado por outro chamado de fly-by-wire (FBW), onde os cabos de comandos foram substituídos por sensores de posição, que transmitem os movimentos desejados pelo piloto a computadores que processam esta informação e controlam as superfícies de comandos. Os comandos de voo tipo fly-by-wire permite uma maior capacidade de manobrabilidade, permitindo voar aeronaves com configurações de alta instabilidade aerodinâmica, ou aeronaves em condições de perdas parciais de sistemas. O sistema fly-by-wire também é projetado de tal maneira que o piloto seja capaz de executar uma manobra e obter respostas sempre seguras do sistema a fim de garantir a segurança (SCHMITT, 1998).

Nas cabines dos aviões mais antigos toda a instrumentação era analógica, exigindo um monitoramento constante de todos os sistemas do avião, começando desde o acionamento dos motores no aeroporto de origem até o desembarque no destino final, voo após voo. Constata-se que em um voo longo o cansaço e a fadiga da tripulação eram extremamente alto. Segue abaixo a comparação feita entre uma cabine de comando de uma aeronave moderna e de um Super Constellation (DAVIES, 1979).

Figura 3 – Comparação da cabine de comando de aeronave moderna e do Super Constellation.



Fonte: Google Imagens, 2017.

Quando as aeronaves automatizadas foram aparecendo, os pilotos ficaram preocupados diante de sistemas que mal dominavam. A exaltação das qualidades heroicas dos aviadores justificou a resistência inicial dos pioneiros em se adaptar às inovações tecnológicas. Porém, não havia como frear o progresso e a integração de novas técnicas de voo, que aparentemente enriquecia a diversidade de tarefas, trazia consigo um acréscimo de eficiência.

Desta forma, a contínua evolução da tecnologia na aviação para satisfazer as exigências de mercado a fim de vencer as grandes distâncias em menor tempo e com menor custo, precisou sofrer adaptações no decorrer dos anos, assim como, o aprimoramento dos profissionais que iriam operar as novas máquinas de voar.

Pode-se afirmar que a tecnologia na aviação avançou rapidamente, principalmente, em relação à automação. Antigamente o conhecimento e a

experiência permitiam ao piloto enfrentar imprevistos. O saber prático transmitido por pilotos, devido sua longa vivência do ofício, era fundamental na formação dos futuros aviadores. É necessário reforçar que inicialmente os pilotos preocuparam-se com este novo modelo tecnológico, que agora viria a fazer parte do seu contexto profissional, temendo tornarem-se simples apertadores de botões, de forma mecanizada e rotineira. Mas com o avanço do treinamento e a qualificação profissional, entenderam que a eletrônica estaria agregando qualidade e parceria na condução de seu trabalho. Passaram a aceitar cada vez mais a automação, acostumando-se com a função gerencial imposta na cabine de comando. É significativo referir que nos dias de hoje, estimulado pelas facilidades de manejar uma aeronave, o operador não necessita saber o que se passa na máquina. A função de pilotar, que antes requeria habilidade nas manobras, formação científica e conhecimento de cada comando que o homem precisava acionar na cabine do avião, passa a ser uma tarefa burocrática, apenas desempenhada pelo computador (OLIVEIRA, 2015).

As modificações no sistema aeronáutico, baseadas essencialmente na inserção de tecnologia nos processos, com a finalidade de aumentar a segurança nas operações e gerar maior economia para as empresas, apontam inúmeros desafios para os envolvidos, direta e indiretamente.

Na atualidade, sob condições normais, os aviadores raramente são demandados a utilizar suas habilidades psicomotoras, o que reduziu acentuadamente a carga física de trabalho na cabine de comando. A principal tarefa dos pilotos, além do comando e responsabilidade sob a tripulação, passou a ser o processamento de informações e autorizações de tráfego aéreo, transferindo-as ao sistema automático de voo através do acionamento de switches, teclados de computador ou outros dispositivos similares.

Ocorre que essa tecnologia de ponta é complexa e exige que sua utilização chegue ao nível operacional com aprendizado suficiente que, assim possibilite a minimização do percentual de erros dos pilotos e ameaças à operação aérea.

Erros no uso e no gerenciamento dos sistemas automáticos de voo e a perda da consciência da relação lógica entre um comando dado pelo piloto e a execução dos modos automatizados de operação pelos computadores dos aviões perfazem mais de 20% dos fatores causais de acidentes durante as fases de aproximação e pouso (JUNIOR, 2013).

Na atividade aérea, o objetivo da automação das cabines de comando é prover assistência aos pilotos durante todo o voo; liberar o Piloto em Comando de algumas tarefas rotineiras, a fim de disponibilizar mais tempo, proporcionando melhor utilização dos recursos disponíveis para a gerência do voo e permitindo aumentar o alerta situacional; auxiliar o Piloto em Comando a alcançar o equilíbrio da operação da aeronave, especialmente no que concerne à atitude e à trajetória de voo.

Os resultados das investigações de acidentes e incidentes aeronáuticos, bem como pesquisas de acompanhamentos de voos de linha, têm apontado deficiências ergonômicas nos painéis de controle e sistemas automáticos de navegação aérea e gerenciamento de voo. Dentre os casos mais citados na literatura, encontram-se as descrições e recomendações referentes ao acidente com um Airbus A-320, ocorrido em 1996, em Strausburg, na França, devido a um erro de inserção de valores, programação e monitoramento do piloto automático da aeronave durante a realização de um perfil de aproximação de não-precisão (CARIM, 2011).

O resultado da investigação apontou, também, como fator contribuinte, o despreparo da tripulação em monitorar adequadamente o automatismo da aeronave, evidenciando-se a perda de consciência situacional e a deficiência na coordenação de cabine, no trabalho em equipe, na comunicação, no processo decisório e na divisão de tarefas (CARIM, 2011).

Segundo dados da ICAO (1998), três em cada quatro acidentes com aeronaves de transporte comercial de grande porte apontam para falhas operacionais cometidas por pessoas consideradas sadias e qualificadas para o exercício da profissão. Em estudo realizado a partir de acidentes ocorridos entre 1985 e 1995, que, em 75% dos casos, erros operacionais cometidos pela tripulação foram as principais causas de acidentes. Foi identificado um crescimento de 20% para 80% do erro humano como principal causa atribuída nos acidentes e quase-acidentes em indústrias de sistemas complexos entre as décadas de 60 e 90 (CARIM, 2011).

## 2.2. AUTOMAÇÃO

Desde as primeiras tentativas de automatizar o voo na década de 30, os níveis de automação passaram simplesmente de um equipamento para manter o avião estabilizado em uma rota até chegar ao que vemos hoje em dia, onde praticamente todo o voo é realizado de forma automática com dados inseridos pelos

pilotos ainda antes da decolagem, fornecendo aos sistemas do avião informações como altitude, velocidade e rota a ser seguida. A tecnologia é tão grande que até é possível realizar um pouso automático, ou seja, sem o comando direto do piloto nos controles do avião.

Pouco depois dos anos 1970, momento no qual o tráfego aéreo mundial já era consideravelmente maior e novas tecnologias começavam a surgir, a maior parte das aeronaves deixou de ser operada apenas por instrumentos convencionais ou analógicos, e passaram a fazer uso de instrumentos de voo integrados e displays computadorizados, gerenciadas por um computador de voo, o qual capta de seus diversos sensores as informações do ambiente e da aeronave e as analisa para um melhor gerenciamento do voo. Essas aeronaves são atualmente conhecidas como aeronaves glasscockpit, referência ao vidro das telas que deram uma nova aparência à cabine de comando. Segue abaixo alguns exemplos deste tipo de cabine de comando.

Figura 4 - Cabine de aeronave com instrumentos de controle e de gerenciamento de voo analógicos.



Fonte: Google Imagens (2017).

Figura 5 - Cabine de voo com Displays para integração de dados (Boeing 777).



Fonte: Google Imagens (2017).

Figura 6 - Cabine de voo com Displays para integração de dados (Airbus A380).



Fonte: Google Imagens (2017).

Em função do emprego destes sistemas em aeronaves modernas, as tarefas do piloto têm mudado bastante. Pode-se até ser considerada uma mudança no nome da profissão para “Gerenciador de Sistemas Complexos” visto que, com o nível de automatismo atual, o piloto nada mais é do que um operador deste sistema, alimentando-o antes do voo com informações referentes à rota e performance da

aeronave (NARCIZO, 2015). Porém, quem realmente comanda a aeronave durante o voo é o sistema de voo automático, restando ao piloto o gerenciamento destas ações e, caso seja necessário, fazer uma intervenção.

Essa mudança na função do piloto pode ser dada como irreversível, já que o automatismo na aviação se tornou fundamental, pois viabiliza o trabalho dos tripulantes mantendo o voo conforme planejado, enquanto os mesmos podem realizar tarefas de gerenciamento, tais como monitoramento do consumo de combustível, cenário de voo e de aproximação, cuidados com a tripulação, entre outros, por exemplo.

É de quase consenso entre profissionais do segmento aeronáutico que o automatismo é de suma importância para a aviação. A diminuição da carga de trabalho é somente um dos pontos importantes para a aviação moderna. Consequentemente, tem evoluído e tornado a operação mais segura e contribui, assim, para a diminuição dos acidentes e incidentes (NARCIZO, 2015).

Em um ambiente altamente tecnológico, como se apresenta a cabine de voo nas modernas aeronaves, em alguns momentos há a necessidade de se conviver com um processo decisório múltiplo, no qual diversas variáveis estão envolvidas, de sistemas distintamente avançados, como por exemplo pessoas, meteorologia, computadores, social, organizacional, entre outros.

Decisões competentes que reflitam segurança, economia e uma boa operação com a automação nas cabines de comando, envolvem diversas variáveis, ou melhor, diferentes modos dos sistemas de automação das aeronaves, em diferentes situações ao longo de um voo.

É imprescindível para a mais adequada tomada de decisão ao longo de um voo, atitudes como a manutenção acurada da consciência situacional, um acurado processo mental, a compreensão da operação dos sistemas automatizados e o conhecimento dos requisitos nas diferentes fases de um voo e situações operacionais.

Fadden e Billing (1997 apud RESEARCH INTEGRATIONS INC., 2003) apresentam três tipos de automação presentes nas cabines de voo automatizadas e as habilidades cognitivas relacionadas a cada um dos tipos de automação:

a) Automação de controle

- a. Automação de monitoramento.
- b. Navegação da aeronave de um lugar a outro usando a automação.
- c. Gerenciamento das falhas de automação.

b) Automação de informação

- a. Modo de gerenciamento ou processo de decisão para o uso dos modos de automação de informação.

c) Automação de gerenciamento

- a. Gerenciamento do voo por meio da automação (interação homem-máquina) (1997 apud RESEARCH INTEGRATIONS INC., 2003).

O maior desafio da indústria aeronáutica é aperfeiçoar cada vez mais a utilização dos sistemas automatizados nos aviões modernos. A meta permanente dos fabricantes de aeronaves deve ser a de oferecer aos pilotos, e a outros representantes da Aviação, sistemas automatizados de fácil compreensão e operação, de maneira tal que os erros operacionais sejam mantidos em níveis reduzidos.

### 2.2.1. Vantagens, desvantagens e desafios da automação:

A automação das cabines de comando tem inúmeras vantagens e desvantagens. E o equilíbrio entre as duas partes geram extensos desafios para os fabricantes de aeronaves e posteriormente para os pilotos que as comandam (JUNIOR, 2013).

#### 2.2.1.1. Vantagens:

- Diminuição da carga física de trabalho na rotina dos pilotos a bordo;
- Alarmes audiovisuais que antecipam o mau funcionamento dos sistemas;

- Economia de combustível provocada pela inserção de novos padrões operacionais nos computadores de bordo;
- Dispositivos de prevenção de acidentes como o TCAS (Traffic and Collision Avoidance System) e o EGPWS (Enhanced Ground Proximity Warning System);
- Equipamentos muito mais precisos e acurados de navegação aérea (GPS – Global Positioning System / INS – Inertial Navigation System);
- Checklists eletrônicos modernos.
- Reduz o custo da operação aérea em até 20% a 25%, se comparado ao modelo de aeronave anterior ao recém projetado.
- Produtos de baixo custo operacional, comandados por poucos pilotos
- Autonomia suficiente para cobrir grandes distâncias e transportar o maior número possível de passageiros para propiciar ganho de escala e o aumento da produtividade (JUNIOR, 2013).

#### 2.2.1.2. Desvantagens:

- Desequilíbrio na relação Homem/Máquina/Meio, sendo relacionado como a causa de acidentes e incidentes;
- 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 nas cabines de comando das aeronaves mais modernas;
- Maior necessidade de treinamento simulado para pilotos, a fim de vencer as dificuldades com a automação;
- Necessidade de estimular modos de execução (reativo, retroativo e em alguns casos, antecipativo) aliada às informações proporcionadas por vários estudos realizados com pilotos que revelaram que esses profissionais têm dificuldades em usar sistemas de automação;
- Necessidade de mais treinamentos que permitam ao piloto melhor conhecimento dos sistemas com os quais irão operar (JUNIOR, 2013).

### 2.2.1.3. Necessidade e desafios diante da automação:

O aperfeiçoamento dos sistemas automatizados deve iniciar-se por uma Filosofia de Operação clara e de fácil adesão. Normas e procedimentos devem complementá-la, levando os pilotos a terem um alto nível de disciplina consciente e de aderência às melhores práticas de gerência dos sistemas de automatismo na cabine de comando, como também levando o auxílio na tomada de decisão dos pilotos que estiverem no comando das aeronaves (JUNIOR, 2013).

## 2.3. SEGURANÇA DE VOO

A segurança de voo tem relevante importância para a aviação, pois, sem ela, os índices de acidentes fatais seriam muito maiores e as perdas também. Todo relatório final de um acidente aeronáutico não tem a pretensão de apontar culpados ou responsáveis pelo acidente, mas sim apontar fatores contribuintes, sejam eles desvios operacionais ou falhas no sistema. Deste modo, procura-se, através desta análise, a prevenção da ocorrência de acidentes.

Em 1988, foi citada por estudioso a visão de HRO (High Reliability Organizing), que se fundamenta na afirmação de que na interação homem-máquina, o elo frágil é o ser humano. Desta forma, a segurança só será atingida se for evitado o erro humano por meio da estipulação de regras operacionais condizentes com cada tarefa. Comumente chamada de “Old View” (Visão Antiga).

Porém, a outra forma de analisarmos o erro humano é considerá-lo como uma consequência de problemas mais profundos numa organização e tratá-lo como o início de uma investigação, e não o fim dela. Esta é a chamada “New View”.

A segurança não é o único objetivo num sistema complexo, sempre há pressão econômica em todas as operações, pressão esta que está ligada diretamente ao mercado competitivo, imagem pública e serviço ao cliente. Nesta nova visão do erro humano as pessoas são vitais para criar segurança. Eles são os únicos que podem “negociar” entre segurança e outras pressões impostas durante a operação.

Apesar do nome “New View”, ela não é tão nova assim. O início da análise dos “fatores humanos na aviação” começou com Paul Fitts em 1947, que, ao observar 460 casos de acidentes onde a causa principal foi classificada como “Erro Humano”

ele percebeu que na grande maioria dos casos, o acidente se resumia ao piloto acidentalmente operar a alavanca do trem de pouso após o pouso ao invés da alavanca do flap. Isso ocasionava o recolhimento indevido do conjunto de rodas, danificando seriamente o avião. Observou-se que em todos os aviões acidentados as duas alavancas estavam próximas uma da outra além de serem muito parecidas. A ordem delas variava de avião para avião, o que consistia, segundo ele, numa armadilha armada, pronta para ser disparada a menor desatenção da tripulação (PILATI, 2012).

### 2.3.1. Consciência situacional

Consciência Situacional é um termo utilizado mundialmente, sendo que o seu significado pode variar conforme o contexto que é empregado. Normalmente usado no meio aeronáutico, desenvolveu-se também em sistemas dinâmicos e complexos, como hospitais e indústrias de energia nuclear, petróleo, dentre outros. Aplicando ao meio aeronáutico, refere-se ao piloto estar ciente e entender o atual estado da aeronave e do meio em que se encontra. A avaliação, compreensão ou monitoramento inadequados de algum parâmetro de voo contribui para uma deficiente “Consciência Situacional”, podendo conduzir a ações impróprias pelo piloto.

A consciência situacional é dividida em três níveis de consciência (ENDSLEY, 1996):

- a) Nível 1 – Percepção: O piloto deve estar ciente de parâmetros críticos de voo, o estado de seus sistemas, sua própria localização e a de pontos de referência importantes, como também a localização de outras aeronaves. Estas informações formam os “elementos” necessários do 1º nível de Consciência Situacional.
- b) Nível 2 – Entendimento: Um ponto importante é como os operadores interpretam as informações que têm. Eles precisam compreender que certo padrão de parâmetros indica que eles estão próximos da velocidade de estol, ou que a altitude mostrada no indicador está abaixo da qual foi autorizada. Este entendimento forma o 2º nível.

- c) Nível 3 – Projeção Futura: No 3º e mais alto nível, o entendimento do estado do sistema e o seu dinamismo permite aos operadores prever o seu comportamento num futuro próximo. Com uma completa consciência situacional, operadores podem atuar nos sistemas em conformidade com suas metas.

Com o intuito de se obter resultados positivos – tais como bons índices de produtividade e segurança na aviação, além de melhor habilidade técnica, aprimoramento na proatividade, comunicação eficaz e padronização nas operações, esta última que garantiria maior economia de tempo nas operações e menor consumo de combustível, trazendo conseqüentemente redução na poluição ambiental – é necessária uma estratégia, no setor, voltada para a formação de profissionais capazes de trabalhar em um ambiente continuamente mutável.

Um sistema complexo, que compreende inúmeros sistemas, computadores e comandos, como a cabine de comando requer um conhecimento muito grande por parte dos pilotos, tanto para entender o funcionamento normal do avião, mas mais ainda, entender o que acontece quando os sistemas não vão bem, sendo este último a principal causa de acidentes hoje em dia: A falta de interação entre homem-máquina quando numa situação anormal.

Defende-se, após levantamento de dados e informações relacionadas às necessidades dos pilotos ao comandarem estas aeronaves modernas automatizadas, que é necessário que seja feito um profundo e extenso treinamento para pilotos em formação em simuladores de voo e também reciclagem para os já atuantes na área.

O ambiente aeronáutico é caracterizado como sendo um 'sistema complexo', uma vez que múltiplos fatores estão associados à operação de uma aeronave. Essa diversidade de fatores exige, no processo de se gerenciar um voo, uma adequada interação entre os diversos elementos envolvidos: homem-máquina (piloto-avião), empresa aérea e piloto, controladores e pilotos, controladores e sistemas de controle, entre outros.

O sistema aéreo é caracterizado pela presença constante de um desequilíbrio, seja pela complexidade dos modernos sistemas, seja pela dificuldade de interação do piloto com a máquina, em virtude, dentre outros pontos, de sua dificuldade em lidar com avançados sistemas tecnológicos quando sem a devida qualificação.

Esse desequilíbrio, muitas vezes, é manifestado na relação do homem com a máquina, e negativamente para o lado do piloto, já que este não possui, em muitos casos, adequada formação para operar avançados sistemas.

O processo de ensino-aprendizagem deve como um de seus objetivos, atender para uma formação que atenda e entenda tal complexidade. Deve estabelecer por meta o desenvolvimento de um profissional que saiba utilizar, em especial, nos momentos não previstos em procedimentos padronizados, todos os seus recursos; adquiridos tanto pela formação acadêmica como por sua experiência pessoal.

Para uma atuação de forma competente e mais segura, é fundamental serem desenvolvidos, nos pilotos, habilidades essenciais à pilotagem, conhecimentos fundamentais para execução da tarefa e atitudes que direcionem a um estado de consciência situacional permanente. Competência, portanto, é constituída a partir de uma combinação variável e complexa de conhecimentos, habilidades e atitudes que o sujeito desenvolve a partir de sua interação com o meio (ORLANDY, 1994).

Através destas competências, desenvolve-se a capacidade de resolução de problemas associada ao processo decisório no surgimento de problemas inesperados.

A diferença entre resolução de problema e processo decisório está no fato de que enquanto a primeira envolve a criação de possíveis alternativas para sanar problemas e dificuldade, o segundo refere-se ao processo de escolha do melhor caminho a seguir em determinado contexto.

Este processo de escolha – o processo decisório - envolve um arranjo complexo de informações objetivas e subjetivas (intuitivas) que contemplam um conjunto de ações e comportamentos, baseados na experiência e no conhecimento, que irão influir na escolha do sujeito diante de uma determinada situação. Aponta-se que a seleção dos dados e informações que vão subsidiar a decisão sofre uma série de influências, tanto internas quanto do ambiente externo da organização (LE BOTERF, 2003).

Recomenda-se o aprimoramento do treinamento e da formação dos pilotos quanto aos conteúdos relativos aos sistemas das aeronaves, incluindo também procedimentos e particularidades específicos, bem como o gerenciamento do risco. Como causa principal dessa recomendação, a FAA aponta que o treinamento tradicional é inadequado para atender todas as novas exigências de segurança e particularidades quanto ao funcionamento dos complexos sistemas sociotécnicos.

Como um dos pontos necessários a uma boa condução das operações aéreas em aeronaves automaticamente avançadas, é fundamental o desenvolvimento, nos pilotos, das competências ligadas à habilidade de se 'voar' um 'avião físico' e um 'avião mental' (SIMON, 1970).

Por avião físico entende-se a compreensão teórica das estruturas e sistemas das aeronaves, a utilização das habilidades perceptuais e motoras; já como avião mental, entende-se a combinação das habilidades cognitivas para o uso adequado da automação e o conhecimento de suas limitações e peculiaridades.

Utilizando métodos tais como treinamento baseado em cenários reais ou simulações, a integração de treinamento básico com o de abordagem mais tecnológica e o desenvolvimento de competências perceptuais, motoras e cognitivas.

#### 2.4. SIMULADOR DE VOO

É uma máquina usada para treinamento de pilotos que fornece um ambiente e uma experiência de como voar uma aeronave. É um dispositivo de treinamento em terra que produz exatamente as condições experimentadas na cabine de voo de uma aeronave. Atualmente, devido principalmente aos avanços nas tecnologias de hardware e de software, os simuladores têm adquirido cada vez mais funcionalidades. Essas por sua vez têm sido implementadas em uma variedade de sistemas diferentes e integradas de modo a fornecer um ambiente de simulação único.

Algumas companhias aéreas brasileiras disponibilizam a seus pilotos, treinamentos anuais em simuladores do equipamento que os mesmos estão gerenciando no momento. Segue abaixo um exemplo de simulador de uma companhia aérea brasileira, aeronave modelo ATR72-600.

Fotografia 1 – Simulador ATR72-600.



Fonte: Autoria própria.

Estes simuladores são programados através de sistemas de computadores, onde o instrutor de treinamento estipula o determinado treinamento/situação a bordo/emergência que serão realizados durante cada sessão pelos pilotos em treinamento, geralmente um comandante e um copiloto. Conforme fotografia abaixo.

Fotografia 2 – Comandos do Simulador ATR72-600.



Fonte: Autoria própria.

Após programado no sistema o tipo de treinamento a ser realizado na sessão, cada piloto assume sua posição na cabine de comando. Estes simuladores são a cada dia mais fiéis à uma cabine de comando em uma aeronave real, trazendo aos pilotos a real sensação de estar dentro da cabine durante todo o treinamento.

Fotografia 3 – Simulador ATR72-600.



Fonte: Autoria própria.

Estes simuladores possuem sistemas que os suportam e exercem durante a sessão de treinamento todo o movimento que uma aeronave realiza em um voo real, trazendo mais fidelidade à cada manobra e comando. A fotografia abaixo mostra estes sistemas na parte debaixo da cabine do simulador.

Fotografia 4 – Simulador ATR72-600.



Fonte: Autoria própria.

Durante as sessões, os pilotos recebem treinamento baseado em alguns tipos de emergência a bordo que podem ocorrer durante um voo, como por exemplo, fumaça dentro da cabine de comando, fogo na cabine, fogo nos motores, falha de motores ou de outros sistemas fundamentais ao voo, choque com pássaros, procedimentos de arremetidas, entre outros. Estes treinamentos tem a finalidade de deixá-los preparados e com os procedimentos o mais padronizado possível, minimizando assim o risco de erro de fator humano durante um procedimento de emergência. A fotografia a seguir demonstra o treinamento de pilotos com a simulação de fumaça dentro da cabine de comando.

Fotografia 5 – Treinamento de fumaça na cabine de comando em simulador de voo.



Fonte: Autoria própria.

Acredita-se que a nova geração de profissionais no setor aéreo, além de bem formada tecnicamente, deve necessariamente ser aberta a novas questões, multicultural, comunicativa, proativa, sociável e rica em ideias e iniciativas.

Também se afirma que o aprimoramento tecnológico resulta em uma nova prescrição de qualificação específica. O ensino deve atentar para um modelo que garanta o conhecimento proposto pela ciência, ao mesmo tempo em que se dedica à prática das operações indispensáveis para compreender e pensar as variáveis envolvidas no processo tecnológico. O profissional engajado no uso de aeronaves glasscockpit deve possuir as mesmas habilidades que lhe permitem a pilotagem convencional, mas estar preparado para a convivência, cada vez maior, com a tecnologia em seu posto de comando.

## 2.5. COMPETÊNCIAS E HABILIDADES – ESSENCIAIS PARA O APRIMORAMENTO E FORMAÇÃO DE PILOTOS

O processo de ensino-aprendizagem deve estabelecer por meta o desenvolvimento de um profissional que saiba utilizar, em especial, nos momentos

não previstos em procedimentos padronizados, todos os recursos de seu arcabouço pessoal; adquiridos tanto pela formação acadêmica como por sua experiência pessoal (LE BOTERF, 2003).

Importante destacar que competência é uma combinação de recursos a fim de se atingir bons resultados em um estado futuro desejado. É importante o 'saber-fazer', as aptidões e experiências, entretanto, o mais relevante é reconhecer a importância do homem em todo e qualquer processo (LE BOTERF, 2003).

O sistema cognitivo não funciona como um computador numérico, pois o processo combinatório escapa à visibilidade e não corresponde a uma programação lógica. Por isso, o homem, independente da complexidade que o sistema apresentar, a fim de diminuir as possibilidades de falhas, deve ser capaz de assumir o controle e responder de maneira eficaz ao estado indesejado, caso ocorra. Para uma atuação de forma competente e mais segura, é fundamental serem desenvolvidos, nos pilotos, habilidades essenciais à pilotagem, conhecimentos fundamentais para execução da tarefa e atitudes que direcionem a um estado de consciência situacional permanente. Competência, portanto, é constituída a partir de uma combinação variável e complexa de conhecimentos e atitudes que o sujeito desenvolve a partir de sua interação com o meio com o objetivo de atuar neste mesmo meio. Competência está relacionada a uma mobilização de saberes.

As formas de realização das competências são denominadas habilidades, constituem padrões de articulação do conhecimento a serviço da inteligência para a execução proficiente de determinada atividade (PERRENOUD et al, 2002).

Aponta-se para a possibilidade de se analisar três classes de habilidades:

- Habilidades perceptuais
- Habilidades motoras
- Habilidades cognitivas.

As habilidades perceptuais estão ligadas a capacidade de um profissional em 'detectar' determinados estímulos como odores e luzes; 'discriminar' formas e figuras, como por exemplo, identificar diferenças entre um quadrado e um triângulo; 'reconhecer' algo previamente apresentado, como uma palavra, uma letra ou um padrão; 'identificar' após a detecção determinado som ou odor; 'localizar pelo uso da

memória' determinado item solicitado em uma relação ou lista apresentada (RESEARCH INTEGRATIONS INC, 2003).

Habilidades motoras estão ligadas à capacidade de obter bons desempenhos em tarefas que requeiram complexos movimentos de corpo ou coordenação física, de forma a ser possível uma adequada integração do corpo com os estímulos e demandas do ambiente (RESEARCH INTEGRATIONS INC, 2003).

Quanto às habilidades cognitivas, considera-se que se trata do processo mental do homem para a realização de maneira eficaz, eficiente e segura de determinada atividade. Sugere-se que as habilidades cognitivas estão relacionadas à tradução das ações interpretadas pelas habilidades perceptuais e motores por meio de decisões apropriadas (RESEARCH INTEGRATIONS INC, 2003).

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em pouco mais de 70 anos, as cabines de comando passaram simplesmente de lugares onde o piloto entrava para pilotar a aeronave de forma manual a um ambiente completamente automatizado, reduzindo o número de pessoas na cabine para somente duas pessoas e inúmeros computadores.

O benefício trazido pela automação é imenso, aumentando a segurança de voo por diminuir a carga de trabalho dos tripulantes. Porém, mesmo que os pilotos não estejam realmente pilotando a aeronave, é preciso uma concentração muito grande para entender o que a máquina está fazendo, exigindo um processo mental talvez até maior que a própria pilotagem.

A automação e suas peculiaridades estarão cada vez mais presentes para garantir melhores rendimentos nos processos de controle e gerenciamento de voo, tanto em busca de economia às empresas quanto para a manutenção da segurança nas operações aéreas.

Um sistema complexo como a cabine de comando requer um conhecimento muito grande por parte dos pilotos, tanto para entender o funcionamento normal do avião, mas mais ainda, entender o que acontece quando os sistemas não vão bem, sendo este último a principal causa de acidentes hoje em dia: A falta de interação entre homem-máquina quando numa situação anormal.

As dificuldades existentes com relação à automação nas cabines de comando das aeronaves modernas podem ser amenizadas se forem criados padrões internacionais de modelos de displays e controles que levem a simplificar o processo de cognição, de compreensão e de operação dos componentes automatizados.

Uma constante troca de informação entre fabricantes, operadores e autoridades de Aviação Civil, sobre problemas e experiências em aeronaves automatizadas, é de fundamental importância para que ações sejam tomadas em favor da segurança de voo.

Os fabricantes de aeronaves devem manter no escopo de seus projetos os limites da capacidade humana no que se refere à compreensão da interface pilotos/automação nas cabines de comando. Como também, pilotos e operadores aéreos devem relatar os problemas com a automação enfrentados no dia-a-dia da atividade, sempre no intuito de se achar soluções rápidas para situações que possam

levar a erros operacionais passíveis de conduzir as aeronaves a condições indesejáveis e até mesmo a ocorrências trágicas.

A história da aviação tem muito a contribuir para que os elementos do Sistema de Aviação Civil não se esqueçam do dever de tomar ações preventivas permanentes capazes de impedir o desequilíbrio entre os pilotos e os sistemas de automação dos aviões, o qual, ciclicamente, tem nos levado a alguns incidentes e acidentes aéreos por desrespeito aos limites cognitivo-operacionais dos tripulantes.

As teorias educacionais que tratam do desenvolvimento de competências essenciais para a execução de determinada atividade, podem, em muito, auxiliar os caminhos no processo de aprendizagem de pilotos no Brasil.

A nova realidade conduzida pela introdução contínua e progressiva de complexos equipamentos sociotecnológicos apresenta-se como um grande desafio para o programa de formação dos profissionais do setor aéreo.

A identificação de novas necessidades no processo de formação de pilotos depende do reconhecimento da diversidade de ciências desta profissão. A formação profissional compõe um caráter cognitivo e um caráter emocional que envolve interações intrapessoais e relações interpessoais.

As novas tecnologias que estão por vir devem efetivamente contribuir para o bom desempenho profissional dos pilotos, e não o contrário. Da combinação entre homem-máquina, é o que depende o futuro da aviação como o meio mais seguro de transporte.

Após o levantamento bibliográfico feito durante a presente pesquisa, através de comparações e comprovações, confirmou-se fundamental a revisão das normas e matrizes curriculares que estruturam as licenças de piloto para que possam atender a uma crescente e contínua necessidade no surgimento de novas competências – conhecimentos, habilidades e atitudes – com finalidade de obter-se ganhos reais na segurança das operações aéreas. Levando sempre em consideração, a constante reciclagem de pilotos já atuantes em simuladores de voo.

#### 4. REFERÊNCIAS

BRASIL. Secretaria de Aviação Civil. Política Nacional de Aviação Civil (PNAC). **Decreto nº 6780, de 18 de fevereiro de 2009**. 2009. Disponível em: <[http://www.casacivil.gov.br/atos/destaque/notas\\_19022009](http://www.casacivil.gov.br/atos/destaque/notas_19022009)> Acesso em: 5 set. 2017.

CARIM, GUIDO CESAR JÚNIOR. **Fatores humanos no design de cabines de comando**, 2011. Disponível em: <<http://conexaosipaer.cenipa.gov.br/index.php/sipaer/article/view/75/109>>. Acesso em: 20 out. 2017.

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

DEKKER, S.; DAHLSTROM, N.; NAHLINDER, S.; **Introduction of technically advanced aircraft in ab-initio flight training. Technical report; Lund University School of aviation**, 2006. Disponível em: <[http://www.lusa.lu.se/upload/Trafikflyghogskolan/TR2006-02\\_IntroductionofTAAAs.pdf](http://www.lusa.lu.se/upload/Trafikflyghogskolan/TR2006-02_IntroductionofTAAAs.pdf)> Acesso em: 7 set. 2017.

DIAS, ADRIANO BATISTA. **Inovação e Empreendedorismo nos primórdios da aviação: Santos-Dumont e os Irmãos Wright**, 2004. Disponível em: <<http://www.redciencia.cu/empres/Intempres2004/Sitio/Ponencias/15.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2017.

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

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION (Estados Unidos). **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](http://www.faa.gov/aircraft/air_cert/design_approvals/csta/publications/media/fltcrews_fltdeck.pdf)>. Acesso em: 04 out. 2017.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION (Estados Unidos). **General Aviation Technically Advanced Aircraft, FAA-Industry, Safety Study, Final report of TAA Safety study team**, mar. 2003. Disponível em: <[http://www.faa.gov/training\\_testing/training/fits/research/media/TAA%20Final%20Report.pdf](http://www.faa.gov/training_testing/training/fits/research/media/TAA%20Final%20Report.pdf)> Acesso em: 7 set. 2017.

GOOGLE IMAGENS. **Cabine de Comando de aeronave convencional/Analógico**. 2017. Disponível em: <[http://www.google.com.br/imgres?q=cockpit+de+aeronave+f5&um=1&hl=pt-BR&biw=1366&bih=600&tbnid=ala\\_QPw5ZINOfM:&imgrefurl=http://www.aereo.jor...=19&ved=1t:429,r:13,s:0,i:110](http://www.google.com.br/imgres?q=cockpit+de+aeronave+f5&um=1&hl=pt-BR&biw=1366&bih=600&tbnid=ala_QPw5ZINOfM:&imgrefurl=http://www.aereo.jor...=19&ved=1t:429,r:13,s:0,i:110)> Acesso em: 5 set. 2017.

GOOGLE IMAGENS. **Imagem da cabine de comando da aeronave Boeing 777**. 2017. Disponível em: <<http://www.google.com.br/imgres?q=IMAGEM+DE+CABINE+DE+AERONAVE>>

+BOEING+777&um=1&hl=pt- ...  
 =1&tbnh=112&tbnw=148&start=0&ndsp=21&ved=1t:429,r:9,s:0,i:103> Acesso em: 5  
 set. 2017.

GOOGLE IMAGENS. **Cabines da aeronave Airbus A380. 2017.** Disponível em:  
 <<http://www.google.com.br/imgres?q=CABINE+DA+AERONAVE+A380&um=1&hl=pt-BR&biw=1366&bih=600&tbn=isch&tbnid=...107307108118825917997&page=1&tbnh=109&tbnw=145&start=0&ndsp=21&ved=1t:429,r:4,s:0,i:84>> Acesso em: 5 set. 2017.

GOOGLE IMAGENS. **Cabine da aeronave King Air C-90. 2017.** Disponível em:  
 <<http://www.google.com.br/imgres?q=cockpit+de+aeronave+king+air+c-90&um=1&hl=pt-BR&biw=1366&bih=600&tbn=...rc&dur=540&sig=107307108118825917997&page=1&tbnh=124&tbnw=192&start=0&ndsp=18&ved=1t:429,r:12,s:0,i:107&tx=110&ty=63>> Acesso em: 5 set. 2017.

HENRIQSON, E.; CARIM, G. C. J.; GAMERMANN, R. W. **Fatores humanos no design de cabines de comando.** Revista Conexão SIPAER, v. 2, n. 2, p. 13-44, 2011. Disponível em: <[http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=fatores%20humanos%20no%20design%20de%20cabines%20de%20comando.%20revista...KO2K6QGe7pG\\_BQ&usg=AFQjCNGImim0w3NhYJwEHIV00rc-JUBeQ](http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=fatores%20humanos%20no%20design%20de%20cabines%20de%20comando.%20revista...KO2K6QGe7pG_BQ&usg=AFQjCNGImim0w3NhYJwEHIV00rc-JUBeQ)> Acesso em: 7 set. 2017.

JOSEFSSON, B. Round Table Discussion. IN. **A joint CANSO & IFATCA publication. The Next Generation Aviation Professional, fevereiro 2010.** Disponível em: <<http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=the%20next%20generation%20aviation%20professional&source=web&cd=3&ved=0CFcQFjAC&url=http%3A%2F%2Fwww.canso.org%2Fcms%2Fstreambin.aspx%3Frequestid%3DC0732CF0-43E9-4199-BDDD-6CFAAE23AC47&ei=l4frT4qcDuqJ6AGXufHjBQ&usg=AFQjCNEWRWpARmfQxrvvaFzX6Y9bgKhkXg>> Acesso em: 5 set. 2017.

JUNIOR, C.E.A. **Automação no cockpit das aeronaves.** 2013. Disponível em: <<http://abergo.org.br/revista/index.php/ae/article/view/63>>. Acesso em: 4 de out. 2017.

LE BOTERF, G. **Desenvolvendo competências dos profissionais.** Porto Alegre: Artmed, 2003.

MONTEIRO, R. F. **Novas tecnologias de cabine em aviões do transporte aéreo regular e transformações na representação social dos pilotos.** Goiânia. 2007. 160f. Dissertação (Mestrado em psicologia) Universidade Católica de Goiás – PUCGO. Goiania, 2007.

ORLANDY, H. W. **Airline pilot training programs have undergone important necessary changes in the past decade.** ICAO Journal. v. 3, n 49, p. 5-10, 1994.

PALMER, E. A., & DEGANI, A. (1991). **Electronic checklist: Evaluation of two levels of automation.** Proceedings of the Sixth International Symposium on Aviation Psychology (pp. 178-183). Columbus, OH: The Ohio State University.

PARASURAMAN, RAJA & MOULOUA, Mustapha. **Automation and Human Performance: Theory and Applications**. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 1996. 518 p.

PERRENOUD, P. et al. **As competências para ensinar no século XXI: a formação dos professores e o desafio da avaliação**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

PILATI, GUSTAVO. **A influência da automação na consciência situacional dos pilotos, 2012**. Disponível em: <http://www.avioesemusicas.com/wp-content/uploads/2013/06/Monografia-Final.pdf>. Acesso em: 20 out. 2017.

RESEARCH INTEGRATIONS, INC. **Literature review of automation skills**. jun. 2003. Disponível em: <http://iceskatingresources.org/AutoskillsLitReview.pdf> Acesso em: 5 set. 2017.

NARCIZO, RODOLFO R. **Automação na cabine de comando e suas consequências na segurança de voo, 2015**. Disponível em: [http://www.ifspsaocarlos.edu.br/portal/arquivos/publicacoes/2016/2016.09.23\\_TCC\\_Narcizo.pdf](http://www.ifspsaocarlos.edu.br/portal/arquivos/publicacoes/2016/2016.09.23_TCC_Narcizo.pdf). Acesso em: 20 out. 2017.

ROLLO, V. Foster. **Aviation Law: an introduction**. 4. ed. Maryland: Maryland Historical Press, 1994.

SCHMITT, VERNON R. **Fly-by-wire: a historical and design perspective** – Vernon R. Schmitt, James W. Morris, Gavin D. Jenney. TL 678.5.S35 1998.

SIMON, H. A. **Comportamento Administrativo**. Estudo dos Processos Decisórios nas Organizações Administrativas. 2. ed. Rio de Janeiro: FGV, 1970.