

AUTOMAÇÃO NO *COCKPIT* DAS AERONAVES:

UM PRECIOSO AUXÍLIO À OPERAÇÃO AÉREA OU UM FATOR DE AUMENTO DA COMPLEXIDADE NO AMBIENTE PROFISSIONAL DOS PILOTOS?

Célio Eugênio de Abreu Júnior

Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC
celio.eugenio@anac.gov.br

Resumo: Este artigo apresenta os aspectos que envolvem a automação na *flight deck* (cabine de comando) das aeronaves comerciais, os quais incluem os benefícios, os problemas e os desafios enfrentados pela Comunidade Internacional de Aviação Civil. A influência nos incidentes e acidentes aeronáuticos de uma gerência deficiente do AFS – *Automatic Flight System* – é, hoje, uma preocupação sistêmica. E, por isto mesmo, a automação na atividade aérea deve ser tratada com atenção e profundidade não só no nível dos *designers* industriais e dos operadores de aeronaves comerciais, mas, principalmente, no nível da educação e do treinamento do pessoal técnico de vôo, porquanto é através do conhecimento profissional e da auto-conscientização que se inicia o processo de busca e de manutenção de padrões aceitáveis de Segurança Operacional, propugnados mundialmente pela ICAO – *International Civil Aviation Organization*.

Palavra Chave: Automação, *cockpit*, *flight deck*, aviação, pilotar, comunicar, navegar, AFS, Homem, máquina, meio

Abstract: This article presents the aspects of automation into the commercial aircraft flight decks, which include benefits, problems and challenges faced by International Civil Aviation Community. The lack of Automation Flight System management is, today, a systemic concernment. And, due to this reason, the automation on the aviation activities has to be treated with care and strong attention, not only at the industrial designers and commercial aircraft operators level, but, mainly, at the technical crew members education and training level, because only through a professional knowledge and through a self consciousness we can start the process of searching and maintenance of acceptable safety levels, as advocated worldwide by ICAO – *International Civil Aviation Organization*.

Keywords: Automation, *cockpit*, *flight deck*, aviation, pilot, communicate, navigate, AFS, Human, machine, environment.

1 Introdução

Há uma multiplicidade de tarefas no complexo trabalho cotidiano de um Piloto de Linha Aérea, no solo e durante o voo, que transcende a observação e a imaginação leiga.

Tudo se inicia com o planejamento do voo, a fim de que a atuação básica de pilotar, comunicar e navegar seja sustentada e procedida com ordenação, disciplina, supervisão e controle. A partir daí, as etapas de gestão de equipes, de administração de recursos materiais e humanos, de processamento de informações, além da gerência do automatismo no *cockpit* (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.

Contudo, este artigo tem seu foco direcionado exclusivamente para examinar a relação gerencial do piloto com o automatismo no *cockpit* e suas implicações interferentes na operação aérea e na Segurança Operacional sistêmica.

Trata-se de um trabalho voltado para os profissionais de aviação em geral, razão pela qual ele não se preocupou em adaptar a linguagem técnica ao uso comum.

2 Considerações preliminares

Os pilotos das aeronaves contemporâneas de transporte aéreo comercial têm um importante papel de gerência ao supervisionar a performance de sofisticados sistemas automatizados, os quais desempenham nos dias de hoje a maioria das tarefas concernentes às operações de voo. Nos dias de hoje, sob condições normais, os aviadores raramente são demandados a utilizar suas habilidades motofísicas, o que reduziu acentuadamente a carga física de trabalho na *flight deck*. A principal tarefa dos pilotos

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.

Entretanto, numa eventual falha sistêmica, ou na ausência de auxílios à navegação aérea baseados no solo¹ (VOR, ILS, ATIS, Etc.), certamente os pilotos serão mais demandados, pois não há como substituí-los nestas horas no comando das ações operacionais que requeiram tanto habilidades físicas quanto cognitivas específicas.

Atualmente, a evolução da automação nos *cockpit*s está mais sujeita às análises econômicas e de engenharia do que as que levam ao sistemático desenvolvimento de políticas ergonômicas relacionadas com o papel do Homem frente aos sistemas automatizados em atividades complexas. Contudo, o atual status quo da automação na Aviação Civil não é livre de problemas e uma substancial influência da Ergonomia, como ciência que estuda a influência dos Fatores Humanos no desempenho profissional, pode contribuir bastante para a aplicação e para a adequação à atividade aérea de novos dispositivos tecnológicos automatizados no futuro.

É certo que há alguns anos, com a inserção da automação no *cockpit* dos aviões de carreira, inaugurou-se uma nova fase operacional na Aviação Civil mundial, com benefícios, com problemas e, também, com vários desafios a serem enfrentados.

Ao longo desses 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

¹ VOR: Very High Frequency Omni Range / ILS: Instrument Landing System / ATIS: Automatic Terminal Information System.

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.

Na atividade aérea, o ontem pode ficar bem distante do hoje, em pouco tempo. E isto pode ocorrer simplesmente pela ânsia de se trazer o amanhã para o dia-a-dia da aviação, consubstanciado pela introdução de novas tecnologias no *cockpit* dos aviões de carreira. E 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.

Com isto, as cabines dos aviões tornam-se grandes laboratórios científicos dos quais serão obtidas informações importantes que levarão ao aperfeiçoamento de procedimentos operacionais e de programas de treinamento simulado e gerencial (destacando-se o CRM²) para adaptação, reeducação e padronização de antigos e novos pilotos, pagando-se o preço, às vezes alto, da inserção do novo, testado nas ações do dia-a-dia operacional, numa atividade tão complexa como a aviação.

Infelizmente, essa tecnologia de ponta não é capaz de fazer com que a sua utilização chegue ao nível operacional com um razoável grau de aprendizado que possibilite, especialmente, a minimização do percentual de erros dos pilotos e ameaças à operação aérea, no caso da aviação. E é aí que ainda reside uma boa parte dos problemas operacionais do cotidiano da atividade aérea contemporânea.

Erros no uso e no gerenciamento dos sistemas automáticos de vôo 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, segundo a *Flight Safety Foundation*.

E este é o cerne da questão: a automação é um precioso auxílio à operação aérea ou um fator de aumento da complexidade no ambiente profissional dos pilotos?

3 Objetivo do automatismo

“A informática antiga versava sobre aquilo que os computadores podiam fazer; a nova informática versa sobre aquilo que os usuários podem fazer” (B. Shneiderman, *O Laptop de Leonardo*, 2001).

Na atividade aérea, o objetivo maior do AFS – *Automatic Flight System* – é prover assistência aos pilotos durante todo o vôo (dentro do envelope normal da aeronave), e:

- Liberar o Piloto em Comando de algumas tarefas rotineiras, de forma a proporcionar-lhe mais tempo, dar-lhe oportunidade de uma melhor utilização dos recursos disponíveis para a gerência do vôo e permitir-lhe aguçar o alerta situacional e aprimorar o seu processo decisório; além de:
- Auxiliar o Piloto em Comando no encontro do equilíbrio da operação da aeronave, especialmente no que concerne à atitude e à trajetória de vôo, sem perder a capacidade de operar manualmente o avião.

4 Automação: benefícios, problemas e desafios.

4.1 Benefícios

É inegável que a chegada da automação à Aviação Civil trouxe benefícios. A drástica diminuição da carga física de trabalho (*physical workload*) na rotina dos pilotos a bordo, os alarmes audiovisuais que antecipam o mau funcionamento

² CRM: *Crew Resource Management*.

dos sistemas, a economia de combustível provocada pela inserção de novos padrões operacionais nos computadores de bordo, os dispositivos de prevenção de acidentes como o TCAS (*Traffic and Collision Avoidance System*) e o EGPWS (*Enhanced Ground Proximity Warning System*), uma supervisão e um diagnóstico de partes mais acurado dos componentes do grupo motopropulsor da aeronave (com uso do ACARS – *Aircraft Communications, Addressing and Reporting System*), os equipamentos muito mais precisos e acurados de navegação aérea (GPS – *Global Positioning System* / INS – *Inertial Navigation System*) e os *checklists* eletrônicos modernos estão no leque desses benefícios.

Também sob a ótica comercial, há inúmeras vantagens a se contabilizar, considerando que cada projeto novo traz consigo uma inovação tecnológica automatizada capaz de reduzir o custo da operação aérea, muitas vezes na expressiva ordem de 20% a 25%, se comparado ao modelo de aeronave anterior ao recém projetado. Como a gestão das atuais empresas de aviação está basicamente focada no controle de custos (vide a filosofia das Low Cost Carriers), a indústria concentra-se em projetos de aeronaves cada vez mais automatizados, a fim de oferecer ao disputadíssimo mercado de compra e venda de aviões produtos de baixo custo operacional, comandados por poucos pilotos, com autonomia suficiente para cobrir grandes distâncias e transportando o maior número possível de passageiros para propiciar ganho de escala e o aumento da produtividade.

4.2 Problemas

“O trabalho deve começar com a concepção do homem” (B. Shneiderman, *O Laptop de Leonardo*, 2001).

O centro dos problemas relacionados com a automação nos *cockpit*s das aeronaves comerciais está na relação Homem/Máquina/Meio.

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.

Num artigo intitulado Avaliação da Carga de Trabalho dos Pilotos em função de Duração e Horário de Treinamento no Simulador de Vôo do Airbus 320 (Lacerda, Elizeth T.; Lopes, José R., 2006), os autores referem-se à necessidade do treinamento simulado para pilotos, a fim de vencer dificuldades com a automação. E, em determinado trecho, os autores dizem: “A necessidade de estimular esses modos de execução (reativo, retroativo e em alguns casos, antecipativo) se alia às informações proporcionadas por vários estudos realizados com pilotos os quais revelaram que esses profissionais têm dificuldades em usar sistemas de automação. Estes e outros estudos afirmam também que há necessidade de mais treinamentos que permitam ao piloto melhor conhecimento dos sistemas com os quais irão operar”.

Verifica-se, então, cientificamente, a necessidade de dedicação à questão do automatismo nas *flight decks*, nunca de forma superficial, mas, notadamente, de modo a proporcionar aos pilotos a compreensão, intrínseca e profunda, da lógica e do funcionamento dos sistemas automatizados, bem como a melhor maneira de se relacionar com eles.

Os estudiosos em Fatores Humanos na aviação têm preferência pelo modelo SHELL para explicar como o Elemento Humano (*Liveware*) relaciona-se com seus pares, com o Equipamento (*Hardware*), com os Programas de Suporte Lógico (*Software*) e com o Ambiente (*Environment*), durante as operações aéreas.

4.3 O modelo SHELL

O modelo SHELL, como instrumento de análise dos Fatores Humanos, foi desenvolvido inicialmente por EDWARDS (1972), e publicado por HAWKINS (1974), alguns anos depois, num trabalho da Comunidade Européia.

O modelo é internacionalmente reconhecido pela união das letras S H E L L, as quais representam as iniciais das palavras dos seus componentes:

S (*Software*); H (*Hardware*); E (*Environment*), e L (*Liveware*).

Para se buscar um bom nível de interação de todos os componentes apontados pelo modelo SHELL é necessária à compreensão de algumas características do seu elemento focal, o SER HUMANO.

4.4 Características do Elemento Humano

- a) Biológicas: Condições físicas (resistência do organismo), Condições fisiológicas (funcionamento do organismo) e Tolerância Ambiental (limitação e adaptação à temperatura, vibração, luminosidade, ruído, etc.);

- b) Psicológicas: Componentes cognitivos, afetivos e motivacionais do comportamento humano, os quais englobam a percepção, a atenção, a memória, a personalidade, a motivação, a atitude e a tomada de decisão;
- c) Sociais: A vida em comunidades, a qual presume micro-estruturas sociais (familiares, laborais, associativas, políticas, etc.) e macro-estruturas sócio-culturais (organizações militares, empresas privadas, instituições de ensino, etc.), tem no seu bojo fontes de pressão que, se exercidas sobre os indivíduos que as constituem, podem afetar o seu desempenho profissional.

4.5 Detalhando o modelo SHELL

- **Interface *Liveware* x *Liveware* (Elemento Humano x Elemento Humano)**

Esta interface, LL, refere-se aos relacionamentos interpessoais que se estabelecem no ambiente de trabalho. No caso da atividade aérea podemos incluir, entre tantos outros, os integrantes de uma tripulação, os passageiros, os funcionários do sistema e os controladores de tráfego aéreo;

- **Interface *Liveware* x *Hardware* (Elemento Humano x Equipamento)**

A interface LH refere-se à adaptação das características físicas do equipamento às capacidades e limitações dos seres humanos. Ela engloba os Dispositivos de Informação, os Controles e a Relação entre os dispositivos e os controles. É mais conhecida no meio aeronáutico como a relação Homem/Máquina;

- **Interface *Liveware* x *Software* (Elemento Humano x Programas de Suporte Lógico)**

Esta interface (LS) reflete a relação entre o indivíduo e os sistemas de apoio disponíveis para o desempenho do trabalho profissional. Incluem-se nesta interface requisitos normativos (qualificação, certificação e habilitação), regulamentos, materiais impressos (manuais e publicações), *checklists*, procedimentos operacionais (SOP), automação (Piloto Automático, *EGPWS*, *TCAS*, *FMC*, *ACARS*, etc.) e os programas de computador.

- **Interface *Liveware* x *Environment* (Elemento Humano x Ambiente)**

Esta interface foi a primeira a ser reconhecida na aviação como de importância para a Segurança Operacional.

Ela reflete a relação tanto do indivíduo com o ambiente físico, interno e externo, como com o ambiente organizacional.

O ambiente físico interno se constitui da área de trabalho imediata, que para os tripulantes técnicos é o *cockpit*, ou a *flight deck*, local onde tudo acontece com dinamismo, e complexidade, podendo afetar diretamente a rotina operacional (problemas com passageiros, pane de sistemas da aeronave, etc.).

Já o ambiente físico externo é o que está fora das fronteiras do interno e muitas vezes sujeito a mudança rápida e alheia à vontade dos pilotos (meteorologia, modificação nas autorizações de tráfego aéreo, congestionamento do espaço aéreo, restrições de infra-estrutura aeroportuária e de navegação aérea, etc.).

E como os seres humanos, as organizações têm cérebro, corpo, personalidade, objetivos e lutam para sobreviver num meio em constante evolução e mutação. Por isto, a forma de gerenciamento dada à Cultura Organizacional das empresas aéreas tem influência direta ou latente na Segurança Operacional, considerando que ela é a personalidade da instituição.

Assim, através do modelo SHELL, consegue-se analisar o nível de integração do elemento humano com as outras interfaces da atividade, permitindo um diagnóstico acurado do nível de interação no ambiente operacional.

E os problemas mais observados na relação Homem/Máquina/Meio, durante a operação aérea, estão relacionados com:

- **Pilot workload** (Carga de trabalho do piloto) – É evidente que a automação trouxe uma significativa redução da Carga física de trabalho (*Physical workload*) dos pilotos, com a simplificação de inúmeras tarefas que outrora demandavam uma ação mecânica da tripulação técnica. Entretanto, e em contrapartida, houve um aumento substancial da sua Carga cognitiva de trabalho (*Cognitive workload*), através da qual o *stress*, a confusão e a fadiga mental se fazem mais presentes no cotidiano operacional;
- **Ausência de uma filosofia industrial padronizada de automação** – Falta de uma filosofia industrial padronizada de automação que leve os fabricantes a projetar aeronaves com equipamentos, dispositivos e sistemas semelhantes o suficiente para tornar a relação

Homem/Máquina mais equiparada, equilibrada e harmoniosa, independentemente do tipo de aeronave operada;

- **Intimidação/Timidez** – Falta de iniciativa para interferir na operação automatizada quando necessário;
- **Excesso de confiança** – A remoção de certos tipos de *feedback* de modernas aeronaves automatizadas tornou *invisível* aos olhos humanos determinados processos operacionais importantes (vide a ausência de movimento aparente das *Thrust Levers* – manetes de potência – dos modelos mais recentes da família de aviões da *Airbus*), o que em certas ocasiões impede os pilotos de identificarem e entenderem um novo cenário, de processarem novas informações e de responderem rápida e apropriadamente às demandas decisórias, muitas vezes não previstas. As dificuldades acontecem pelo bloqueio momentâneo da percepção visual periférica dos pilotos, fato que não permite a compreensão imediata das razões que estão levando a aeronave a atitudes não comandadas por eles. Como consequência disto, há, por parte dos aviadores, uma exarcebada delegação operacional ao sistema automatizado, como se ele isoladamente fosse capaz de retornar a aeronave à normalidade, o que é potencialmente inseguro para a operação aérea;
- **Complacência** – Atitude passiva frente às situações rotineiras ou incomuns, em virtude de falhas no processo ativo de supervisão do automatismo;
- **Desconcentração/Desatenção** – Acionamento equivocado ou seleção incorreta do comando a ser cumprido pelos sistemas automatizados (altitude/velocidade/proa/rumo/interceptação o do *track*, etc.);
- **Falha na supervisão** – Ausência de vigilância e de verificação da execução correta ou não do comando requerido do sistema automatizado;
- **Ausência do *double-check*** – Falta de conferência dos dados inseridos por um dos pilotos;
- **Perda do alerta situacional** – É a falta de consciência dos fatos acontecidos no ambiente operacional, o que provoca um descolamento da realidade. Não há discordância de que os pilotos, para decidirem melhor, devem estar totalmente cientes do que a aeronave está fazendo e o

porquê de todas as ações realizadas pelo sistema automatizado;

- **Confusão mental** – O aumento da complexidade dos sistemas automatizados trouxe dificuldades adicionais para se entender e se processar um número cada vez maior de informações, a ponto de provocar ações equivocadas, ambigüidade e incoerência na execução das tarefas operacionais por parte dos pilotos; e,
- **Queda das habilidades CRM** – Divisão inadequada ou falta de cumprimento das tarefas coletivas afetas às tripulações, incluindo as de monitoramento operacional, tanto em situações corriqueiras como nas emergenciais.
- **Resiliência** – Ressalta-se que a questão das respostas apropriadas em situações anormais e/ou emergenciais por parte dos pilotos também passa por uma questão ainda pouco discutida no meio aeronáutico: a resiliência.

Resiliência é um processo de adaptação para bem responder às adversidades, aos traumas, às tragédias, às ameaças e também às significativas fontes de stress. Considera-se que as organizações e/ou pessoas tidas como resilientes são aquelas capazes de reagir e de se recuperar de grandes impactos negativos, mantendo a crença do encontro de melhores momentos futuros, seja em curtos, médios ou longos prazos, como é dito no livro *The Road to Resilience*, publicado pela American Psychological Association (2004, p.1). Para que se entenda melhor a dimensão desse tema, transcrevo um trecho do livro *Resilience*, da psicóloga americana Anne Deveson. Ela diz: (4)

“If you ask me some well-known examples of resilience, I think of people like Nelson Mandela, who lived through twenty-seven years of imprisonment with his integrity and convictions unshaken. He emerged to become one of greatest statesmen of your time. How did this happen? How did he find – in jail – the wisdom and love to forgive his persecutors? How did he have the courage to

believe South Africa could one day be a country of peace and justice for everyone, regardless of race?”³

As respostas a estas perguntas nos remetem a uma única palavra: resiliência.

4.6 Desafios

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

É senso comum que o correto nível de automação em uma cabine de comando está ligado à sensação de conforto operacional do piloto durante o cumprimento de suas tarefas no comando da aeronave. E responder algumas perguntas relacionadas ao tema auxilia na missão de descomplicá-lo e desmistificá-lo junto à Comunidade de Aviação Civil. Vejamos:

- Como o sistema foi projetado?
- Por que foi projetado da maneira que se apresenta?
- Como o sistema interage e se comunica com o piloto?
- Como melhor auxiliar-se do sistema em situações incomuns, anormais e/ou de emergência?

³ “Caso você me interrogue a respeito de algum bom exemplo de resiliência, penso numa pessoa como Nelson Mandela, que viveu ao longo de vinte e sete anos aprisionado, mantendo sua integridade e convicções intactas. Ele emergiu para ser um dos maiores estadistas do seu tempo. Como isto ocorreu? Como ele obteve – na prisão – a sabedoria e o amor para perdoar seus perseguidores? Como ele teve a coragem de acreditar que a África do Sul poderia se tornar um país pacífico e justo para todos, de forma indiferente à questão da raça humana?”.

As repostas a estes questionamentos certamente levarão à reflexão, a qual pode proporcionar o afloramento de idéias para a otimização da automação na aviação.

E o aperfeiçoamento dos sistemas automatizados deve iniciar-se por uma Filosofia Operacional clara e de fácil adesão. Normas e procedimentos devem complementá-la, levando aos pilotos uma mensagem operacional educativa capaz de conquistar um alto nível de disciplina consciente e de aderência às melhores práticas de gerência dos sistemas de automatismo no *cockpit* e de auxílio na tomada de decisão dos pilotos que estiverem no comando das aeronaves.

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 vôo, sempre com a responsabilidade de harmonizar e equilibrar a equação Homem/Máquina/Meio, evitando chegar às fronteiras de um incidente ou acidente aeronáutico.

5 Conclusão

As dificuldades ora existentes com relação à automação nas *flight decks* 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 pró-ativas sejam implementadas em favor da Segurança Operacional.

Igualmente, os projetos de *flight decks* automatizadas que ainda estejam em curso nas pranchetas dos industrial designers dos fabricantes de aeronaves comerciais devem abrir espaço para a influência dos Pilotos de Linha Aérea, através de instituições internacionais legalmente reconhecidas, com a finalidade de uma melhor adequação ergonômica das posições de trabalho dos aviadores às novidades que estão sendo projetadas para inserção nas cabines dos aviões num futuro próximo.

A aderência sistemática a um banco de dados, criado para ser alimentado com informações relacionadas com o conhecimento e a expertise em Fatores Humanos na aviação, também auxiliaria na busca de projetos de automação mais humanizados e harmônicos com a realidade dos operadores de aeronaves de última geração.

Por outro lado, a qualificação do processo de certificação ainda é bastante subjetiva no que tange à definição e a natureza do nível de falibilidade dos sistemas automatizados, pois muitos deles ainda não têm sustentação científica.

Por fim, cabe aos fabricantes de aeronaves manter no escopo de seus projetos os limites da capacidade humana no que se refere à compreensão da interface pilotos/automação nos *cockpit* s. Da

mesma forma, cabe aos aviadores e aos operadores aéreos expressarem 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. Caso esses limites não sejam observados, a indústria aeronáutica poderá ser forçada a deixar de lado investimentos já realizados em pesquisas para desenvolvimento de novas tecnologias de automação, o que, no mínimo, representaria um retrocesso no planejamento industrial, com conseqüências imprevisíveis para a modernidade da Aviação Civil internacional.

6 Agradecimentos

O autor agradece a colaboração do Comandante Apolo Seixas Doca e do Comandante Luiz Fernando Collares, no exercício da troca de informações e de experiências, além do auxílio no processo de crítica e de sugestões.

Referências

Decks (Circular 234); ICAO – International Civil Aviation Organization;
Deveson, A. (2003) Resilience. Allen & Unwin.
Human Factors Training Manual (Doc 9683); ICAO – International Civil Aviation Organization;

Human Factors Digest No 5 – Operational Implications of Automation in Advanced Technology Flight;

Lacerda, Elizeth T. TAM Linhas Aéreas; Lopes, José R. Universidade de São Paulo. In: Proceedings of VII Brazilian Symposium of Human Factors in computing systems, 2006, Natal, RN, Brazil.

Avaliação da Carga de Trabalho dos Pilotos em Função de Duração e Horário de Treinamento no Simulador de Vôo do Airbus 320. Disponível em <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1298023.1298062&coll=GUIDE&dl=>

Minimum altitudes for the use of the autopilot; FAR 121-579;

Modelo Shell de Análise do Erro Humano, elaborado por Fajer, M.; disponível em www.nvtec.com.br/Download/csv_apostilas/Erro_humano.PDF;

R.S. Jensen (ed.) (1989) Aviation Psychology. Brookfield, USA: Gower Technical;

Reason, J. (1991) Human Error. Cambridge UK: University Press;

WIENER, E.L. (1993) Intervention Strategies for Management of Human Error. NASA CR report 4547;

WIENER, E.L. and NAGEL, D.C. (eds) (1988) Human Factors in Aviation. London: Academic Press Inc. Ltd.;

B. Shneiderman, O Laptop de Leonardo, (2001). American Psychological Association (2004, p.1) The Road of Resilience, disponível em http://www.google.com.br/books?id=akBcoExpQgcC&pg=PT114&vq=resilience+definition&dq=The+road+of+Resilience+by+American+Psychological+Association&lr=&source=gbs_search_r&cad=1_1&sig=CITd5AKMRkl7QcBHmjKSEs0QIjU#PPT115,M1

Annex 6 Operation of Aircraft, part I – International
Commercial transport – Aeroplanes, Appendix 2,
5.14; ICAO – International Civil Aviation
Organization;