

A QUESTÃO DO FATOR HUMANO NA CERTIFICAÇÃO AERONÁUTICA

Selma Leal de Oliveira Ribeiro - D.Sc.

Psicóloga, Coordenadora do Laboratório de Psicologia do Núcleo do Instituto de Ciências da Atividade Física da Aeronáutica.

Núcleo do Instituto de Ciências da Atividade Física da Aeronáutica (NUICAF)

Programa de Cooperação Técnica - Organização de Aviação Civil Internacional (PCT-OACI)

selmaribeiro@bridge.com.br

Daniel Rodrigues Ribeiro

Tenente-Coronel Aviador e Piloto de Ensaios em Vôo, trabalhando atualmente na Divisão de Homologação do Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI)

Centro Técnico Aeroespacial (CTA)

Resumo: Ao longo dos anos o nível de segurança das aeronaves tem melhorado significativamente graças ao acelerado desenvolvimento tecnológico introduzindo nas cabines de vôo. Mesmo assim, ainda existe um campo muito grande no qual se deve atuar, no que diz respeito aos aspectos associados à questão dos Fatores Humanos relacionados a este posto de trabalho. O objetivo deste texto é apresentar alguns conceitos relativos ao item certificação aeronáutica, apontando os órgãos nacionais e internacionais que se dedicam à sua realização e os documentos que a norteiam. Além disso, mostra alguns pontos referentes ao tópico da adequação dos projetos às necessidades e limitações humanas, direcionando para as dificuldades hoje existentes para a condução do processo.

Palavras-chave: Certificação Aeronáutica; Fatores Humanos na Aviação; Certificação da Cabine de Vôo

Abstract: The safety level in airspace activities has significantly increased due to technological development in cockpit design during last decades. Even so, there is a great field of action related to the Human Factors in cockpit certification process which needs a particular attention by the research community. The aim of this article is to present some concepts related to certification in aviation, highlighting national and foreign organizations responsible for this issue and documents used to guide the process. Moreover, it shows some points regarding design adjustments to human needs and restrictions, and difficulties to develop the process.

Keywords: Certification in Aviation; Human Factors in Aviation; Flight Cockpit Certification

Introdução

Ao longo dos anos o nível de segurança das aeronaves tem melhorado significativamente, chegando hoje a índices inferiores a dois acidentes por milhão de decolagens.

Essa melhoria se deveu aos progressos significativos que ocorreram em todos os aspectos da aviação, sejam eles relacionados ao projeto, materiais utilizados ou manutenção. Apenas um aspecto associado à aviação não sofreu o mesmo processo acelerado de evolução: o homem.

Apesar da tecnologia ter produzido homens mais capazes, embora com a mesma estrutura psico-fisiológica de aprendizado, ainda existe um campo muito grande no qual se deve atuar no que diz respeito ao processo de formação e treinamento do operador das modernas aeronaves.

Uma vez que os aspectos de engenharia sofreram melhorias acentuadas, reduzindo com isso os acidentes associados a aspectos materiais, a participação proporcional do homem nos acidentes aumentou, tornando então os aspectos associados à questão dos Fatores Humanos uma das principais prioridades atuais.

Justamente sobre esta questão repousa a principal preocupação de todos os segmentos da indústria aeronáutica, desde a fase de projeto por parte do fabricante, até a de certificação do produto pelos órgãos destinados à homologação.

Este ensaio tem por objetivo apresentar alguns conceitos relativos ao item certificação aeronáutica, apontando os órgãos nacionais e internacionais que se dedicam à sua realização e os documentos que a norteiam. Além disso, mostra alguns pontos referentes ao tópico da adequação dos projetos às necessidades e limitações humanas, direcionando para as dificuldades hoje existentes para a condução do processo.

1 A certificação

Certificação é “um processo pelo qual um produto é declarado apropriado para uma tarefa particular em que ele coincide ou excede um grupo de critérios do projeto definido previamente” (WISE & WISE, 2000; p. 16).

Deste modo, deve envolver a utilização de metodologias consistentes, objetivando garantir que o desempenho do produto seja compatível com o que foi projetado.

Segundo STEIN (2000), por ser um processo que conduz à legalidade, ela visa proteger os usuários de riscos que podem surgir tanto pela possibilidade da existência de fragilidades no projeto quanto pela utilização indevida de operadores desqualificados ou não habilitados (p. 58).

No contexto aeronáutico, a certificação envolve a avaliação dos produtos de aviação que são tecnologicamente novos e previamente não utilizados ou não testados (WISE & WISE, 2000; p. 16).

STEIN (2000) aponta que a *Federal Aviation Administration* (FAA Order 6000.39 de 1991) define que a certificação deve avaliar se o sistema é capaz de fornecer as funções necessárias ao usuário. Entretanto, este documento não identifica requisitos específicos para as questões que envolvem o elemento humano, que, por conseqüência, poderá ser levado em conta como também pode ser ignorado quando na sua realização (STEIN, 2000; p. 58).

AMALBERTI & WIBAUX (2000) ressaltam que este tipo de certificação procura garantir que uma aeronave atenda aos requisitos legais de segurança de vôo quando voada por pilotos qualificados, que são tão representativos quanto possível dos usuários finais (p. 361).

2 Órgãos de certificação aeronáutica

Cada país possui seus mecanismos de certificação aeronáutica e os órgãos que realizam tal procedimento. Entretanto, no mundo, existem dois deles que geram um número maior de conhecimentos sobre o assunto e que desenvolvem processos de reconhecimento da qualidade das aeronaves voadas na maior parte do mundo.

A *Federal Aviation Administration* (FAA) é o órgão do governo americano responsável por regular a aviação civil daquele país e preservar o espaço aéreo sobre o seu território. Inicialmente, em 1958, foi designada como agência, adotando o nome atual a partir de 1967, quando passou a fazer parte do Departamento de Transportes (FAA, 2002).

Na Europa, o *European Joint Aviation Authorities* (JAA) é um corpo associado da Conferência Européia de Aviação Civil (ECAC) representando as autoridades de aviação civil de um número de estados europeus (cerca de 38 países) que concordaram em cooperar no desenvolvimento e implementação de padrões e procedimentos reguladores de segurança comum (JAA, 2002).

O JAA iniciou sua atuação em 1970, quando era conhecido como *Joint Airworthiness Authorities*. Inicialmente, seus objetivos eram somente produzir códigos de certificação comuns para grandes aeronaves e turbinas. Desde 1987, seu trabalho tem se estendido para padrões de operações, de manutenção, de licenças e de certificação/projetos de todas as classes de aeronaves.

Atualmente, o JAA desenvolve tarefas de aprovação, certificação e monitoramento da segurança, além de ser responsável pelo processo de regulamentação, harmonização e padronização (usando grupos de especialistas) das atividades envolvidas com a aviação e outras tarefas relacionadas.

É interessante notar que o JAA trabalha em favor de todos os países membros. Após o término da avaliação, o Certificado de Tipo¹ é emitido simultaneamente e com uma base comum por todos os países membros. Na forma atual, o JAA executa sua atividade de aprovação, certificação e monitoramento de segurança usando pessoal das autoridades nacionais, as quais também mantêm a responsabilidade por decisões legais associadas a licenças e certificados, etc.

Para dotar a Europa de uma autoridade aeronáutica que seja capaz de definir padrões comuns, verificar sua aplicação uniforme e promover esses padrões em nível mundial, a Comunidade Européia adotou em julho de 2002 a criação da *European Aviation Safety Agency* (EASA), que deverá começar sua atuação em 28 de setembro de 2003. (EUROPEAN COMMISSION, 2003)

Essa agência vai ter o poder de administrar os processos executivos onde a ação coletiva seria mais efetiva que ações individuais pelos países membros. Isso se aplica particularmente à emissão de Certificados de Tipo para produtos aeronáuticos, onde a emissão pela EASA significará a aceitação por todos os países membros.

Embora cada país tenha suas próprias regras para

condução dos processos de homologação e certificação de seus produtos aeronáuticos e para a adequação daqueles que passam a fazer parte do seu acervo, as normas emitidas pelo JAA e pela FAA são comumente aceitas e reconhecidas ao redor do mundo. Além disso, existe em curso um processo conjunto entre as autoridades no sentido de harmonizar as normas emitidas pelas duas autoridades.

No Brasil, o Departamento de Aviação Civil (DAC) é o órgão do Comando da Aeronáutica – Ministério da Defesa, responsável por fazer cumprir o Código Brasileiro de Aeronáutica (BRASIL, 1986), e tem por missão “estudar, orientar, planejar, controlar, incentivar e apoiar as atividades da Aviação Civil pública e privada, além de manter o relacionamento com outros órgãos no trato dos assuntos de sua competência” (DAC, 2002).

O DAC foi criado no dia 22 de abril de 1931, por meio do decreto nº 19.902, assinado pelo então Presidente da República Getúlio Vargas, como Departamento de Aeronáutica Civil, na época subordinado diretamente ao Ministério da Viação e Obras Públicas. Hoje, o Departamento de Aviação Civil, com sede no Rio de Janeiro, tem por finalidade a consecução dos objetivos da Política Aeroespacial Nacional no setor da Aviação Civil.

No que diz respeito às questões que envolvem a certificação aeronáutica, este processo recebe o nome de homologação que, se referindo a produtos aeronáuticos, significa “a confirmação, devidamente certificada pela autoridade competente, de que o produto está em conformidade com os requisitos aplicáveis estabelecidos pela referida autoridade”, ou quando se referindo a empresas, significa “o reconhecimento, devidamente certificado pela autoridade competente, de que a empresa tem capacidade para executar os serviços e operações a que se propõe, de acordo com os requisitos aplicáveis estabelecidos pela referida autoridade” (BRASIL, 1991; p. 17).

Os setores responsáveis pela execução desta tarefa são o Subdepartamento Técnico do DAC (STE) e o Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI), órgão dentro da estrutura do Centro Tecnológico Aeroespacial (DAC, 2002).

Ao STE, Subdepartamento Técnico do Departamento de Aviação Civil, como elo executivo do sistema, compete

todas as atividades relativas à aprovação e fiscalização de empresas de serviços e de manutenção, de empresas de transporte aéreo público, de aeronaves (através da emissão de certificados de aeronavegabilidade²) e de demais produtos aeronáuticos.

Ao IFI/CTA compete toda a atividade relativa à aprovação de projetos e produtos, particularmente a homologação e emissão de certificados de aeronaves, motores e hélices, de outros produtos aeronáuticos e de empresas fabricantes de produtos aeronáuticos, além de manter contatos diretos com órgãos e empresas nacionais e estrangeiras no desempenho das atividades decorrentes de suas atribuições.

Entretanto, se o produto a ser homologado tiver o mercado externo como futuro cliente, existem acordos bilaterais que permitem o aceite dos critérios de certificação adotados pelo país de origem. Ou, melhor ainda, o processo de certificação é desenvolvido em comum acordo e, em alguns casos, até realizado em conjunto.

O Brasil tem um acordo bilateral com a FAA e o JAA, de forma que estes aceitam grande parte do processo realizado pelo CTA, fazendo apenas um processo de validação daquilo que o CTA realizou. Isso permite uma economia significativa de recursos financeiros por parte da indústria nacional, e recursos humanos por parte da FAA e do JAA. Além disso, isso permite que essas autoridades emitam o certificado pouco tempo após a emissão do certificado brasileiro.

3 Documentos de certificação aeronáutica

Em 1944, durante a Convenção Internacional de Aviação Civil, realizada em Chicago, 26 países assinaram um acordo que visava o desenvolvimento da aviação civil internacional, no qual, também, “concordavam em seguir certos princípios e arranjos que conduzissem à segurança e a ordenação do transporte aéreo” (ICAO, 2002).

Surge, então, a Organização de Aviação Civil Internacional (OACI ou ICAO – *International Civil Aviation Organization*), que tem por objetivos, entre outros:

“a padronização, o estabelecimento de padrões internacionais, práticas e procedimentos recomendados que cubram os campos técnicos da aviação: licença

de pessoal, regras do ar, meteorologia aeronáutica, unidades de medida, operação de aeronaves, marcadores de nacionalidade e registro, aeronavegabilidade, telecomunicações aeronáuticas, serviços de tráfego aéreo, busca e salvamento, investigação de acidente aéreo, aeródromos, serviços de informação aeronáutica, ruído de aeronaves e emissões de turbinas, segurança e transporte seguro de cargas perigosas”.

(ICAO, 2002)

Quando um desses padrões é adotado, ele é colocado em prática, com regulamentação própria, por cada um dos países membros (Estados Contratantes da OACI), que hoje somam 187.

Embora cada país tenha seus próprios documentos de regulamentação, eles apresentam poucas variações. Os emitidos pela FAA são denominados *Federal Aviation Regulations* (FAR), o JAA emite os *Joint Airworthiness Requirements* (JAR) e, no Brasil, o DAC tem os Regulamentos Brasileiros de Homologação Aeronáutica (RBHA).

Para cada um desses documentos, é possível que existam requisitos que a autoridade aeronáutica julgue necessário apresentar um esclarecimento sobre como demonstrar o seu cumprimento.

Os documentos que têm essas características denominam-se *Advisory Circulars* (AC para os FAR, da FAA; ACJ, para os JAR, do JAA). No Brasil, os requisitos dos RBHAs são especificados através das Instruções de Aviação Civil (IAC) e pelas Circulares de Informação (CI).

As AC's são procedimentos que normalmente sofreram um processo de evolução ao longo do tempo. Baseados na experiência anterior da autoridade certificadora, as AC's descrevem métodos julgados aceitáveis para demonstrar o cumprimento de requisitos.

Dessa forma, as AC's são publicadas com o objetivo de padronizar as atividades de certificação que, mesmo não se tratando de documentos mandatórios e tampouco constituindo-se em requisitos, sugerem metodologias que já foram validadas pelos órgãos certificadores. Assim, qualquer método alternativo proposto pelo requerente será considerado pela autoridade, desde que com a apresentação de um embasamento técnico-científico e um processo de validação que justifique a sua aceitação. Nesse caso, a preocupação da autoridade é que o processo

proposto tenha um nível de segurança igual ou melhor que o proposto nas AC's.

Existe ainda um outro documento emitido pelo CTA, a Ficha de Controle de Assuntos Relevantes (FCAR). Essa ficha ressalta, tanto para o órgão certificador quanto para o fabricante, uma preocupação da autoridade aeronáutica em relação a um determinado item, a qual deverá ser observada durante o processo de certificação.

No que diz respeito à certificação de uma aeronave, o documento que garante que ela é segura em termos técnicos e de projeto é o certificado de aeronavegabilidade que deverá ser concedido pelo seu país de registro, principalmente se ela está prevista de ser operada em território internacional (PARIÈS, 2000; p. 349).

O Anexo 8 da Convenção de Aviação Civil Internacional – “*Airworthiness of Aircraft*”³ – estabelece o grau mínimo de padronização internacional para os quesitos de aeronavegabilidade. Entretanto, cada Estado tem conseguido manter esses padrões através da adoção de códigos nacionais contento uma gama de requisitos considerados necessários para que o nível de segurança seja mantido (PARIÈS, 2000; p. 350).

Hoje em dia, segundo PARIÈS (2000; p. 350), dois códigos de aeronavegabilidade formam a referência potencial para qualquer certificação da categoria de aeronaves de transporte: o *Federal Aviation Regulation-25* (FAR 25) da FAA (U.S. A. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION, 2003) e o *Joint Airworthiness Requirement-25* (JAR 25) do JAA (JAA, 2003). Devido a pressões dos negócios altamente internacionalizados e às implicações de regulamentos de aeronavegabilidade na competição entre os fabricantes, estes dois códigos somente mostram pequenas diferenças, e muitas emendas a estes códigos são harmonizadas para atender a acordos internacionais.

No Brasil, seguindo esta mesma política, o DAC tem o Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica 25 – RBHA 25 (BRASIL, 1990), que praticamente espelha o FAR 25

4 Fatores humanos no projeto de cabines de vôo

Fatores humanos ou ergonomia “é a disciplina científica que trata da compreensão das interações entre

os seres humanos e outros elementos de um sistema” (IEA, 2002). Em linhas gerais, significa dizer que “*ela objetiva modificar os sistemas de trabalho para adequar as atividades nele existentes às características, habilidades e limitações das pessoas com vistas ao seu desempenho eficiente, confortável e seguro*” (ABERGO, 2002, apud VIDAL, 2001).

Do mesmo modo que o trabalho em geral foi mudando com o passar do tempo, a cabine de vôo, ou “*cockpit*”, foi, gradativamente, recebendo novos instrumentos com o objetivo principal de facilitar o trabalho do piloto.

Em seu posto de trabalho e executando suas tarefas de voar o avião, ele necessita manter uma relação harmoniosa com a sua aeronave, seus auxiliares de vôo (co-piloto e engenheiro de vôo, em alguns casos) e os diferentes segmentos do sistema de aviação

De uma forma bem simplificada, as tarefas do piloto, até bem pouco tempo, eram: voar (controlar a aeronave), navegar (dirigir a aeronave de sua origem até o seu destino) e comunicar (fornecer dados, fazer solicitações, receber instruções e informações). Mais recentemente, tendo em vista a grande quantidade de recursos disponíveis, uma outra tarefa foi acrescentada ao trabalho do piloto: o gerenciamento.

A principal característica de todas essas tarefas reside no fato de que os seus desenvolvimentos ocorrem dentro de um ambiente de alta dinamicidade. Os requisitos perceptuais são consideráveis e as exigências cognitivas enormes, muitas das informações necessárias ao piloto devem ser sintetizadas a partir de uma grande quantidade de dados, alguns deles podendo ser ambíguos em algumas circunstâncias (BILLINGS, 1997, p. 16).

Quando se trata de aviação, uma das principais tarefas da disciplina fatores humanos (ou ergonomia) é a de verificar a adequabilidade do ambiente (posto) de trabalho, ou seja a cabine de vôo (“*cockpit*”), ao ser humano, neste caso, o piloto.

De acordo com PARIÈS (2000; p. 350), os requisitos de aeronavegabilidade relativos à cabine de vôo, assim como para qualquer outro subsistema da aeronave, não objetivam um projeto perfeito. Eles pretendem especificar objetivos mínimos a serem alcançados pelo projeto candidato à certificação. No que diz respeito à preocupação com o

operador dentro do projeto da cabine de vôo, existem alguns objetivos mínimos, atualmente colocados pelo código de aeronavegabilidade, que se referem a:

a. estabelecer uma tripulação mínima que seja suficiente para uma operação segura considerando a carga de trabalho individual dos tripulantes, a acessibilidade e facilidade de operação dos controles necessários pelo tripulante apropriado e o tipo de operação autorizada para a aeronave. (ref. FAR/JAR/RBHA 25 – parágrafo 1523)

b. prover os membros da tripulação com conforto aceitável e proteção contra condições externas, tal que eles possam fazer seu trabalho sem esforço, concentração ou fadiga excessivos (ref. FAR/JAR/RBHA 25 – parágrafo 771)

c. prover a tripulação com visibilidade externa suficiente (ref. FAR/JAR/RBHA 25 – parágrafo 773)

d. minimizar o risco de erro no uso dos controles, particularmente através de uma padronização da forma e do movimento dos controles primários de vôo (ref. FAR/JAR/RBHA 25 – parágrafo 777;781)

e. minimizar ambigüidades na informação mostrada pelos instrumentos (ref. FAR/JAR/RBHA 25 – parágrafo 1303; 1321; 1322)

f. prover a tripulação com informações de alerta relevantes sobre estados de funcionamento não seguros de qualquer equipamento ou sistema, e permitir ação apropriada da tripulação (ref. FAR/JAR/RBHA 25 – parágrafo 1309)

Para a verificação de cada um desses itens, e dos demais, cada Estado desenvolve metodologias específicas, também baseadas em recomendações da OACI e regulamentações da FAA e do JAA. Os fabricantes mantêm grupos de especialistas que desenvolvem seus produtos seguindo os mesmos padrões exigidos internacionalmente, para não correrem o risco de não obter suas aprovações alcançadas, caso, durante o processo de certificação, seja identificado algum item em desacordo.

É fato que a aviação tem sido uma das áreas que mais sofreu avanços tecnológicos, fazendo com que, em pouco mais de meio século após o primeiro vôo do “mais pesado do que o ar”, o homem se projetasse para o espaço sideral em busca de novas conquistas.

Automatizar as aeronaves foi uma solução encontrada que visava, primordialmente, melhorar e controlar o desempenho e os riscos da atividade aérea (AMALBERTI,

1999; p. 176). “Os “cockpits” automatizados, portanto, consistem em máquinas presentes dentro da cabine de aviões comerciais de transporte que executam funções antes realizadas pelos pilotos. Os “cockpits” automatizados atuais incluem pilotos automáticos, sistemas de gerenciamento de vôo, sistemas eletrônicos de suporte ao vôo e sistemas de aviso e alarme” (FUNK & LYALL, 2003; p. 2).

Diferentemente do que alguns possam pensar, a automação não tem por objetivo eliminar a participação humana nas ações, já que as premissas iniciais que fundamentaram o seu crescimento apontam, principalmente, para questões relativas à falibilidade do homem frente à manipulação de sistemas complexos. Ao contrário, deveria ser “um instrumento que proporcionasse ao homem conforto, melhor desempenho e menos problemas” (AMALBERTI, 1999; p. 173).

Entretanto, apesar da automação das cabines ter, inegavelmente, contribuído para a melhoria da performance das aeronaves, permitindo um melhor controle da navegação, e gerando economia de recursos financeiros aos operadores, acidentes continuaram a acontecer, hoje, nem tanto por uma sobrecarga física do operador, mas muito mais pela interrupção na compreensão plena, por parte do piloto, sobre o comportamento da aeronave sob a tutela dos dispositivos automatizados.

Em estudo feito pela FAA em 1996, fica claro que vários aspectos da automação têm gerado problemas antes não existentes, notadamente quando se considera o aumento de complexidade dos sistemas a bordo das aeronaves. Isso tem feito com que, muitas vezes, os tripulantes não saibam exatamente o que a aeronave (automação) está fazendo em determinado momento (ABBOTT *et al.*, 1996).

Como lidar com isso? Como garantir que determinado projeto não está levando a tripulação a situações em que ela perde a consciência situacional e passa a ficar a reboque do sistema automático?

Um exemplo bem característico dessa problemática é o acidente ocorrido em 26 de abril de 1994, com uma aeronave *Airbus A300-600*, operada pela China Airlines, que caiu em Nagoya – Japão, matando 264 passageiros e membros da tripulação. Os fatores contribuintes para o acidente foram ações conflitantes tomadas pela tripulação de vôo e pelo piloto automático (ABBOTT *et al.*, 1996; p.

1 e D-6).

Em 20 de dezembro de 1995, um *Boeing 757* da American Airlines caiu próximo ao aeroporto de Cali – Colômbia. Devido à inserção de dados no computador de bordo sugerindo que a aeronave sobrevoasse um fixo que já havia sido sobrevoado, o piloto automático iniciou uma curva para voltar ao fixo. A tripulação interveio, mas as mudanças de curso colocaram a aeronave em rota de colisão com uma montanha. Com a sobrecarga de trabalho decorrente da tentativa de reprogramar o computador de bordo ao invés de buscar corrigir o erro manualmente, a tripulação não conseguiu evitar a colisão do avião com uma montanha (ABBOTT *et al.*, 1996; p. 1 e D-8; ENDSLEY & STRAUCH, 1997; NEWMAN & FOYLE, 2003; p. 873).

Estes dois exemplos, unidos a outros acidentes e incidentes, mostram que as dificuldades que conduzem uma aeronave tão sofisticada e seus tripulantes especialmente treinados e qualificados a um destino, na maioria das vezes catastrófico, não é privilégio de uma determinada região geográfica, companhia aérea, fabricante ou tipo de aeronave.

ENDSLEY & STRAUCH (1997, p. 879) ressaltam que “quando as coisas não saem como o planejado e mudanças devem ser executadas em voo, dificuldades significativas podem ocorrer”. E reforçam que, em 1985, WIENER já havia chamado a atenção para as questões relativas aos chamados “*glass cockpits*”, que tendiam a aumentar a carga de trabalho quando esta já estaria alta.

JENSEN (1995; p.116) reforça que os sistemas automatizados constituem-se como os maiores “aliviadores” da carga de trabalho da tripulação quando eles são apropriadamente programados antes do voo. Por outro lado, eles podem realmente aumentar, substancialmente, a carga de trabalho da tripulação se a informação necessita ser inserida durante o voo devido a mudanças no plano de voo,

A comunidade aeronáutica americana, representada pela FAA, preocupada com a reincidência de eventos envolvendo o uso da automação, achou por bem envidar esforços mais incisivos sobre esta questão.

Esta preocupação com o elemento humano neste sistema complexo tornou-se mais evidente quando, em 1994, a área de fatores humanos no projeto aeronáutico

começou a ser o foco de várias iniciativas internacionais (PARIÈS, 2000; p. 350).

Em junho de 1996, o relatório da Força Tarefa da FAA foi publicado (ABBOTT, *et al.*, 1996) e os regulamentos do JAA dirigidos para os fatores humanos no projeto aeronáutico foram produzidos pelo Grupo de Projeto e Subgrupo de Certificação Direcionado para Fatores Humanos do JAA, em fevereiro de 1997. Ambos incluem recomendações para as autoridades sobre as questões de certificação de aeronavegabilidade de uma aeronave da categoria de transporte (PARIÈS, 2000; p. 350).

Neste documento da FAA, uma ênfase é dada à necessidade de se estabelecer estratégias que atuem sobre as vulnerabilidades observadas no gerenciamento da automação e na capacidade dos tripulantes de voo de manter a percepção e a “consciência situacional”⁴.

Este grupo de especialistas da FAA continua a estudar o tema e a fornecer subsídios para os órgãos de certificação e para os fabricantes no intuito de minimizar a ocorrência de futuros problemas, procurando com isso atuar ainda no momento da avaliação do projeto aeronáutico.

Acompanhando a evolução mundial, os órgãos brasileiros procuram estabelecer linhas de ação compatíveis, preocupando-se, também, com tais questões. É desta forma, que os fabricantes possuem grupos de especialistas envolvidos com a elaboração de projetos nos quais o elemento humano tenha uma ênfase maior, e o órgão certificador busca o desenvolvimento de competências técnicas para verificar as qualidades de tais projetos.

Existe um interesse acentuado em atender às exigências internacionais, pois disso depende a consagração do Brasil no mercado aeronáutico externo. Deste modo, existe um representante, por parte do fabricante brasileiro de aeronaves, fazendo parte da Força Tarefa da FAA, não só trazendo as informações necessárias ao aperfeiçoamento dos produtos, como também, propondo sugestões para melhoria dos padrões de certificação.

No Brasil, como no resto do mundo, a preocupação é compatibilizar o desempenho humano às possibilidades que a automação oferece, principalmente dentro da cabine de voo. O maior desafio é adequar as novas exigências cognitivas trazidas pelo uso de sistemas automatizados às capacidades humanas de tal forma que se mantenha a

carga de trabalho em níveis gerenciáveis.

Entretanto, esta área ainda é pouco explorada. A literatura existente sobre o tema é de base estrangeira, não se tendo ainda, no Brasil, um conhecimento específico e aprofundado o suficiente para se discutir tais questões em níveis compatíveis junto aos especialistas internacionais.

Torna-se necessário a formação de uma massa crítica de profissionais que se dediquem a esses tópicos, fazendo com que o Brasil também conquiste uma posição confortável e de maior prestígio ainda junto à comunidade aeronáutica mundial, na qual já possui o destacado segundo lugar em frota aérea e o quarto lugar como fabricante de produtos dessa natureza.

5 Limitações do processo de certificação de Aeronaves

PARIÈS (2000; p. 355), analisando o processo de certificação de aeronaves, denota certa preocupação com as questões de segurança do processo, no que diz respeito à habilidade dos requisitos para expressar os objetivos de segurança relevantes e à adequação da metodologia usada para avaliar a conformidade de novos projetos aos requisitos, principalmente no que tange aos aspectos ligados ao elemento humano.

Dentro da metodologia de desenvolvimento do processo de certificação de aeronaves, a figura do piloto de ensaio⁵ tem papel fundamental, pois é ele que faz a avaliação da operacionalidade da aeronave em cada detalhe, segundo o projeto desenvolvido.

Entretanto, segundo este autor, é possível que parte desta avaliação, por ser de natureza subjetiva, seja afetada por algumas parcialidades. Uma delas refere-se à questão relativa à experiência dos pilotos de teste, que, em geral, é profunda em diferentes tipos aeronaves, porém com tecnologias anteriores. Acredita-se que tal experiência pode facilitar a avaliação de aeronaves mais modernas pois o conhecimento adquirido pode ser transferido para as novas situações.

Uma outra crítica diz respeito à amostra de pilotos utilizada no processo. Tendo em vista que os pilotos de teste têm um conhecimento muito específico da aeronave e, portanto, desenvolvem modelos mentais característicos

com a finalidade avaliativa, estes pilotos não se apresentam como representativos do grupo de futuros usuários (PARIÈS, 2000; p. 356).

Por outro lado, este viés pode ser minimizado tendo em vista que está previsto que, no desenrolar do processo de preparação para operação da aeronave, seja realizado um quantitativo de horas de voo por pilotos de linha⁶ com diferentes níveis de conhecimento e experiência.

Isso acontece durante a avaliação operacional da aeronave, onde a autoridade responsável por emissão de licenças dos pilotos e empresas avalia a capacidade da aeronave em realizar uma operação comercial com segurança.

Para que tal procedimento tenha lugar, estes pilotos passam por um treinamento específico da aeronave ("*ground school*") para que, ao voar, a aeronave, realize rotas com perfil semelhante ao qual ela está destinada, e resolvendo situações normais e de emergência consideradas como características de seu uso, possam emitir seus pareceres na posição de usuários, não apenas sobre o produto como também sobre o processo, as ferramentas e o próprio treinamento.

O desenvolvimento de instrumentos e de protocolos simples, que possam ser utilizados tanto pelos pilotos de ensaio quanto pelos pilotos de linha, com um enfoque particular na questão de fatores humanos, é uma necessidade apontada por PARIÈS (2000; p. 357) para que o processo de certificação possa de fato atingir seus objetivos.

6 Convivendo com as limitações do processo de certificação

Embora seja indiscutível que a segurança das aeronaves é cada vez maior, os vários aspectos de natureza subjetiva, presentes nos atuais requisitos, dificultam o processo de certificação, já que é necessário que existam critérios claros e orientações seguras para aqueles que vão projetar e para os que vão avaliar as aeronaves.

Além dos aspectos associados à subjetividade, ainda deve ser considerado que o fenômeno da automação é um fato nas aeronaves modernas. O problema repousa em que muitas vezes os requisitos não cobrem, de forma adequada,

o conteúdo tecnológico atual.

Tomemos por base, para exemplificar esses problemas, os objetivos mínimos citados no item 4:

Quanto de carga de trabalho individual pode ser considerado como sendo adequado para um tripulante?

Como caracterizar um excesso de carga, ou a falta de atividade que pode levar ao tédio e à desconexão da tripulação em relação aos acontecimentos do voo?

O que é conforto aceitável?

Como detectar uma possível ambigüidade em mostradores digitais disponíveis nas modernas aeronaves?

E, ainda, como avaliar as conseqüências destas ambigüidades de modo pró-ativo?

Como mensurar o erro dos tripulantes e seus desdobramentos, e, também, como saber que uma determinada solução minimiza a probabilidade do erro se manifestar ou que ela atua de forma contingencial no caso de sua ocorrência?

Uma vez que, atualmente, os pilotos de ensaio são os principais envolvidos na avaliação destes aspectos subjetivos, é interessante então observar como tem agido os representantes da autoridade certificadora para lidar com esses aspectos.

Inicialmente é importante frisar que, como a obrigação de provar o cumprimento dos requisitos pertence ao requerente⁷, cabe a ele propor os mecanismos e métodos a serem utilizados para cada item do requisito.

Dessa forma, o requerente é encorajado a dar consistência a seus argumentos, o que significa que deve pesquisar metodologias ou mesmo desenvolver métodos que permitam mostrar a adequação do produto aos requisitos.

Por parte das autoridades, da mesma forma, é necessário que estejam capacitadas a verificar e interpretar a proposta e os argumentos do requerente, e analisar sua validade. Neste caso, o certificador deve olhar o “cockpit” como um ambiente integrado, composto de vários elementos inter-relacionados, considerando o cenário de operação, explorando os casos mais críticos.

Esse processo é razoavelmente interativo, no sentido de que ocorrem várias reuniões entre requerente e certificador para que se chegue a uma proposta final.

Como muitos aspectos têm sua aceitabilidade baseada na opinião de “*experts*” (no caso os pilotos), é importante que vários sejam consultados, não devendo a avaliação se basear na opinião de apenas uma pessoa. Além disso, devem ser consultados especialistas em Fatores Humanos/Ergonomia, sejam eles oriundos de órgãos governamentais, seja através de convênios de pesquisa com as universidades.

Fica óbvio que muita criatividade é requerida de ambas as partes, indústria e governo, para se conseguir chegar ao melhor produto, ou seja, aquele que permite a operação segura pela tripulação. É uma atividade que requer compromissos e escolhas de todas as partes envolvidas.

Nessa “negociação”, é essencial que se compreenda que não existe um único projeto correto, sendo então necessário estar com uma visão abrangente dos aspectos relevantes para avaliação.

7 Conclusão

Como se pôde observar, os fatores associados ao elemento humano inserido no processo de certificação aeronáutica constituem um tópico de extrema complexidade e preocupação, o qual deve ser alvo de aperfeiçoamentos e investigações contínuas.

Os requisitos, tal como estão atualmente, nem sempre são objetivos no seu teor, exigindo conhecimento e criatividade da parte dos envolvidos no processo de certificação para superar essa característica.

Torna-se de fundamental importância que propostas que busquem compreender melhor a relação do operador, no caso o piloto, com esse novo posto automatizado de trabalho que foi construído para ele, sejam desenvolvidas por grupos de pesquisa brasileiros. Deste modo, poderemos encontrar uma solução para o problema, suprimindo a indústria aeronáutica e os órgãos de certificação brasileiros de conhecimento específico sobre o tema que a mantenha em níveis competitivos no mercado mundial.

8 Referências bibliográficas

- ABBOTT, K., SLOTTE, S., STIMSON, D. et al. *The interfaces between flightcrews and modern flight deck systems*. (Report of the FAA HF Team). Washington, DC: Federal Aviation Administration, 1996.
- AMALBERTI, R. Automation in aviation: a human factors perspective. In: GARLAND, D. J., WISE, J. A. & HOPKIN, A. D. *Handbook of aviation human factors*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1999.
- _____. & WIBAUX, F. Advanced automation glass cockpit certification. In: WISE, J. A. & HOPKIN, V. D. (Eds.). *Human Factors in Certification*. New Jersey: LEA, 2000.
- BILLINGS, C. E. *Aviation automation: the search for a human-centered approach*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, 1997.
- BRASIL. Código Brasileiro de Aeronáutica. Lei nº 7.565, de 19 de dezembro de 1986. Brasília.
- _____. Comando da Aeronáutica. Departamento de Aviação Civil. Objetivo, conteúdo e forma dos regulamentos brasileiros de homologação aeronáutica. In: _____. *Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica. (RBHA 10)*. Rio de Janeiro: Autor. 24 set 1991
- DEPARTAMENTO DE AVIAÇÃO CIVIL. <http://www.dac.gov.br>. (Acessado em 23/08/2002).
- ENDSLEY, M. R. Situation awareness measurement in test and evaluation. In: O'BRIEN, T. G. & CHARLTON, S. G. (Ed.) *Handbook of Human Factors Testing and Evaluation*. New Jersey: LEA, 1996.
- _____. & STRAUCH, B. Automation and situation awareness. In: JENSEN, R. S. & RAKOVAN, L. Ninth International Symposium on Aviation Psychology. *Proceedings*. Columbus: Ohio State University, 1997.
- EUROPEAN COMMISSION. *The Creation of a European Agency for Aviation Safety. (EASA)* 8 de agosto de 2003. Apresenta a filosofia de criação da European Aviation Safety Agency (EASA). Disponível em http://www.europa.eu.int/comm/transport/air/safety/agency_en.htm. (acessado em 24 de setembro de 2003).
- FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. <http://faa.gov/apa/history/overview.htm> (acessado em 23/02/02).
- FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION http://faa.broaddaylight.com/faq/FAQ_35_112.shtm (acessado em 02/10/03)
- FUNK, K. & LYALL, B. *Flight Deck Automation Issues*. 2003. <http://flightdeck.ie.orst/FDAI/issues.html>. (acessado em 30 de Agosto de 2003)
- ICAO. www.icao.int. (acessado em 22/03/02)
- INTERNATIONAL ERGONOMICS ASSOCIATION. <http://www.iea.cc/ergonomics/>, capturado em 03/05/2002.
- JAA – EUROPEAN JOINT AVIATION AUTHORITIES. http://www.jaa.nl/whatisthe_jaa/jaainfo.html (acessado em 21/03/02)
- _____. <http://www.jaa.nl/section1/jars/43/07/430782/430782.pdf> (acessado em 23/08/2003)
- JENSEN, R. S. *Pilot judgment and crew resource management*. Aldershot, Hants: Avebury Aviation, 1995.
- NEWMAN, R. L. & FOYLE, D. C. Test scenarios for rare events. In: JENSEN, R. S. XIIth International Symposium on Aviation Psychology. *Proceedings*. Dayton: Wright State University, 2003.
- PARIÈS, J. Some inadequacies of current human factors certification process of advanced aircraft technologies. In: WISE, J. A. & HOPKIN, V. D. (Eds.). *Human Factors in Certification*. New Jersey: LEA, 2000.
- STEIN, E. S. A critical component for air traffic control systems. In: WISE, J. A. & HOPKIN, V. D. (Eds.). *Human Factors in Certification*. New Jersey: LEA, 2000.
- U.S.A DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. Federal Aviation Administration. *Airworthiness certification of aircraft and related products. (Order 8130.2D)* Washington: Author, 1999 (<http://faa.gov>).
- _____. Federal Aviation Administration. Airworthiness standards: transport category airplanes. In: _____. *Code of Federal Regulations*. Washington, Title 14, part 25 (norma disponível na página http://www.access.gpo.gov/nara/cfr/cfrhtml_00/Title_14/14cfr25_00.html. Acessado em 01/10/2003)
- VIDAL, M. C., *A ergonomia na empresa: útil, prática e aplicada*. Rio de Janeiro: Editora Virtual Científica, 2001.
- WISE, M. A. & WISE, J. A. The use of the systems approach to certify advanced aviation technologies. In:

WISE, J. A. & HOPKIN, V. D. (Eds.). *Human Factors in Certification*. New Jersey: LEA, 2000.

notas

¹ Certificado de Tipo – é a forma pela qual a autoridade aprova o projeto de uma aeronave, motor, hélice ou outro produto relacionado com aviação. Um Certificado de Tipo autoriza um fabricante a fabricar o produto na forma especificada no certificado. Se o fabricante quiser realizar uma mudança no projeto do produto, é necessária a aprovação da autoridade. Nesse caso, é emitido um certificado suplementar ou uma emenda ao certificado. (FAA, 2003)

² Aeronavegabilidade (*Airworthiness*) – uma aeronave é considerada aeronavegável quando ela atende a duas condições: (a) deve estar de acordo com o seu projeto de tipo, ou seja, quando a sua configuração e componentes instalados estão consistentes com os desenhos, especificações e outros dados que são parte do Certificado de Tipo e incluiria todas as alterações aprovadas e incorporadas na aeronave; e, (b) deve estar em condições para operação segura, ou seja, refere-se à condição da aeronave relativa ao seu uso e deterioração. Caso uma ou as duas condições não sejam satisfeitas, a aeronave será considerada não aeronavegável (U. S. A. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION, 1999).

³ Aeronavegabilidade de aeronave.

⁴ O termo em inglês “*situation awareness*”, traduzido e tratado pela comunidade aeronáutica brasileira como “consciência situacional”, foi introduzido no cenário aeronáutico em 1988 por Endsley como “*a percepção dos elementos no ambiente dentro de um volume de tempo e espaço, a compreensão de seus significados e a projeção de seu status em um futuro próximo*” (ENDSLEY, 1996; p. 163).

⁵ Piloto de ensaio – é o piloto que realiza atividades de ensaio em vôo. Ensaio em Vôo é um termo que expressa as atividades relacionadas com a aquisição de dados em uma aeronave protótipo ou operacional, em um sistema embarcado ou em um equipamento empregado em vôo, para conhecer o desempenho, as qualidades de vôo e as características de funcionalidade geral dos

sistemas, a fim de verificar o cumprimento de requisitos predeterminados. (<http://www.iae.cta.br/AEV/aevindex.html> - acessado em 18/08/2002.)

⁶ Piloto de linha aérea – constitui-se no último estágio da carreira de piloto, depois de piloto privado e piloto comercial. (http://www.esaer.com.br/body_piloto_privado_de_aviao_ou_hel.html - (acesso 29/08/03)

⁷ Requerente - é aquele que solicita à autoridade a certificação de determinado produto. Normalmente, quando aplicado a uma aeronave, requerente é o fabricante da aeronave.

