

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA



Alessandra Gleysse Del Guerra Scigliano
Aurélio Máximo Pimenta Costa
Fabio Campos da Silva
Josmar Carreiro Freitas
Marina Teggi de Freitas
Pedro Mauricio Araújo de Oliveira
Rafael de Abreu González

CRM: Desafios e Aplicabilidade no Contexto de Aviação em
Fator Humano

*Trabalho de Conclusão de Curso em Segurança de
Aviação e Aeronavegabilidade Continuada
2009*

***Pró-Reitoria de Extensão e
Cooperação***

Alessandra Gleysse Del Guerra Scigliano
Aurélio Máximo Pimenta Costa
Fabio Campos da Silva
Josmar Carreiro Freitas
Marina Teggi de Freitas
Pedro Mauricio Araújo de Oliveira
Rafael de Abreu González

CRM: Desafios e Aplicabilidade no Contexto de Aviação em Fator Humano

Orientador

Prof. Dr. Donizeti de Andrade (ITA)

Co-orientadores

Prof. Esp. Ricardo de Lima e Souza (GEEV)

Prof. Dr. Richard Rigobert Lucht (ESPM)

Prof. Esp. Sebastião Gilberti Maia Cavali (IFI)

*Curso de Especialização em Segurança de Aviação e
Aeronavegabilidade Continuada*

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AEROESPACIAL

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

Divisão de Informação e Documentação

Scigliano, Alessandra Gleysse Del Guerra.

CRM: Desafios e Aplicabilidade no Contexto de Aviação em Fator Humano. Alessandra Gleysse Del Guerra Scigliano, Aurélio Máximo Pimenta Costa, Fabio Campos da Silva, Josmar Carreiro Freitas, Marina Teggi de Freitas, Pedro Mauricio Araújo de Oliveira, Rafael de Abreu González.

São José dos Campos, 2009.

82f.

Trabalho de Conclusão de Curso – Programa de Especialização em Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade Continuada – Instituto Tecnológico de Aeronáutica. Divisão de Engenharia Aeronáutica, 2009. Orientador: Prof. Dr. Donizeti de Andrade. Co-orientadores: Prof. Esp. Ricardo de Lima e Souza, Prof. Dr. Richard Rigobert Lucht e Prof. Esp. Sebastião Gilberti Maia Cavali.

1. CRM. 2. Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. 3. Segurança Operacional. I. Costa, Aurélio Máximo Pimenta; Silva, Fabio Campos; Freitas, Josmar Carreiro; Freitas, Marina Teggi; Oliveira, Pedro Mauricio Araújo; González, Rafael de Abreu. II. Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial. Instituto Tecnológico de Aeronáutica. III. CRM – *Corporate Resources Management* - Desafios e Aplicabilidade no Contexto de Aviação em Fator Humano.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Scigliano, Alessandra Gleysse Del Guerra; Costa, Aurélio Máximo Pimenta; Silva, Fabio Campos; Freitas, Josmar Carreiro; Freitas, Marina Teggi; Oliveira, Pedro Mauricio Araújo; González, Rafael de Abreu. **CRM: Desafios e Aplicabilidade no Contexto de Aviação em Fator Humano**. 2009. **82f**. Trabalho de Conclusão de Curso (Lato Senso) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DOS AUTORES: Alessandra Gleysse Del Guerra Scigliano, Aurélio Máximo Pimenta Costa, Fabio Campos da Silva, Josmar Carreiro Freitas, Marina Teggi de Freitas, Pedro Mauricio Araújo de Oliveira, Rafael de Abreu González.

TÍTULO DO TRABALHO: CRM: Desafios e Aplicabilidade no Contexto de Aviação em Fator Humano

TIPO DO TRABALHO/ANO: TCC /2009

É concedida ao Instituto Tecnológico de Aeronáutica permissão para reproduzir cópias deste trabalho de conclusão de curso e para emprestar ou vender cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. Os autores reservam outros direitos de publicação e nenhuma parte deste trabalho de conclusão de curso pode ser reproduzida sem a autorização dos autores.

Alessandra Gleysse Del Guerra Scigliano
Rua Dr. Emílio Winther, 1473 – Apto. 43
Jd das Nações – Taubaté – SP

Aurélio Máximo Pimenta Costa
Rua Carlos Paes Barreto, 35/802
Mata da Praia-Vitória-ES

Fabio Campos da Silva
Rua Lagoa Verde, 98
Vila Paulicéia – São Paulo – SP

Josmar Carreiro Freitas
H9-C Ap 304
CTA – São José dos Campos – SP

Marina Teggi de Freitas
Rua Leda Maria, 118
Vila Nova Mazzei – São Paulo – SP

Pedro Mauricio Araújo de Oliveira
Av. Inglaterra 471 Apto 314
Taubaté –SP

Rafael de Abreu González
H9-B Ap 602
CTA – São José dos Campos – SP

CRM: DESAFIOS E APLICABILIDADE NO CONTEXTO DE AVIAÇÃO EM FATOR HUMANO

Essa publicação foi aceita como Relatório Final de Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização em Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade Continuada



Donizeti de Andrade
Orientador



Ricardo de Lima e Souza
Co-orientador



Richard Rigobert Lucht
Co-orientador



Sebastião Gilberto Maia Cavali
Co-orientador



Carmen Lucia Ruybal dos Santos
Pró-Reitora de Extensão e Cooperação

ITA

São José dos Campos, 26 de novembro de 2009

DEDICATÓRIAS

Ao Luiz Felipe, meu amado companheiro que sempre me apoiou. A chefia da minha seção pelo incentivo e credibilidade no meu trabalho depositados. Ao Professor Donizeti pela oportunidade de aprendizado. E aos amigos extensivos aos familiares que fiz durante o curso.

Alessandra Gleysse Del Guerra Scigliano

Agradeço primeiramente a DEUS. À minha esposa Neiva e filho Adler pelo apoio, carinho e por compreender minha ausência durante o curso. Aos meus pais pela educação que me dedicaram. Aos professores e colaboradores do PE Safety.

Aurélio Máximo Pimenta Costa

Para Fernanda Lagrutta aos meus familiares pelo apoio de sempre e a todos do grupo. Especial ao 1º Ten. Denizar Martins da Silva precursor do amor a aviação na família. Agradeço a minha chefia e companheiros de setor pela confiança depositada.

Fabio Campos da Silva

Dedico este trabalho a Deus, à minha esposa Karen e ao meu filho Davi que sempre estão ao meu lado como estímulo e abrigo. Agradeço ainda ao Prof. Donizeti de Andrade que tornou todo esse projeto possível.

Josmar Carreiro Freitas

À minha família, especialmente ao meu amado namorado e a todos que sempre me apoiaram me impulsionando a voar muito além do imaginado.

Marina Teggi de Freitas

Aos meus familiares e amigos que tornaram esse desejo realidade e principalmente aos companheiros deste trabalho que ao longo deste ano se dedicaram com afinco abdicando horas de lazer e do convívio com suas famílias para tornarem este projeto uma realidade.

Pedro Mauricio Araújo de Oliveira

A minha esposa e companheira, Mônica, pelo alicerce incondicional de amor e dedicação inabaláveis e determinantes para o meu sucesso. Ao Prof. Donizeti, pela incrível oportunidade e conhecimentos imprescindíveis em prol da segurança da aviação. Sobretudo a Deus, por prover-me da força e persistência encontrada durante todo este empreendimento.

Rafael de Abreu González

AGRADECIMENTO

A Alberto Santos-Dumont, Pai da Aviação, que sempre acreditou ser possível o homem voar e dedicou sua vida à realização desse projeto. A esse ilustre brasileiro que, como poucos, conseguiu se destacar mundialmente pela sua inteligência, determinação e altruísmo, fica a nossa homenagem e os nosso agradecimento pelo grande legado que nos deixou.

“Prevejo uma época em que se farão carreiras regulares de aeroplano, entre as cidades sul-americanas, e também não me surpreenderá se em poucos anos houver linhas de aeroplanos funcionando entre as cidades dos Estados Unidos e da América do Sul... Em breve existirão transatlânticos aéreos com quartos de dormir, salão e também, o que é muito importante, governados por giroscópios e acionados por vários motores com um grande excedente de força, para o fim de, em caso de avaria em um deles, serem os outros bastante poderosos para manter o vôo do aparelho”.

“O impossível não existe quando se acredita verdadeiramente nos sonhos.”

Santos Dumont



RESUMO

Com o advento do voo na história evolutiva de transporte e o constante desenvolvimento tecnológico, o ser humano tem sido a principal preocupação nas diversas atuações no setor aeronáutico. Após a regulamentação internacional das atividades, o mercado aeronáutico tem buscado incessantemente seu aperfeiçoamento desenvolvendo sistemas para o incremento do desempenho e prevenção da segurança, dentre outros motivos. Porém, não há como ignorar a importância do capital humano durante esse processo no cumprimento de sua função no meio aéreo. A maneira como os membros de uma cabine, por exemplo, lidam com ocorrências durante um voo e sua dinâmica de relacionamento demonstrou, ao longo de diversos acidentes estudados, que muitas tragédias poderiam ser evitadas se houvesse um treinamento específico que envolvesse uma equipe. De fato, certos conflitos existentes nas relações interpessoais presentes no cotidiano do setor aéreo, quando gerenciados incorretamente, levaram a momentos desagradáveis, gerando inclusive situações irreversíveis. Sendo assim, esse trabalho busca apresentar o *Corporate Resource Management* (CRM) em suas diversas aplicabilidades no meio aeronáutico, como também seus desafios em fator humano. Conceitualmente, o treinamento em CRM foi evoluindo por gerações de gerenciamento, encontrando-se atualmente na sexta geração, caracterizada pela administração dos erros envolvendo toda a organização. As aplicações do treinamento em CRM visam não somente desenvolver formas de relacionamento e atitudes pró-ativas nos membros que compõem uma cabine, mas sim em todos os envolvidos numa corporação para que o voo aconteça com segurança. Outro aspecto abordado pelo trabalho, leva em consideração a necessidade do equilíbrio entre a responsabilidade, *liability*, e a atividade de prevenção de acidentes no momento da ocorrência de um acidente. O erro e a violação são analisados em contraposição à ideologia da segurança que se alicerça em informações confidenciais cuja disponibilidade

está condicionada a um caráter não-punitivo. Verifica-se que não há ganho associado à segurança frente ao uso indevido dessas informações. Estatísticas citadas neste estudo apontam, para exemplificar, que erros humanos na área de manutenção e inspeção aeronáutica estão associados a um grande número de acidentes, indicando que a produtividade e fisiologia de seus membros, a conservação do material, e aspectos comportamentais no ambiente de trabalho precisam ser considerados pelas organizações sob a óptica dos fatores humanos como forma de prevenção de incidentes e acidentes. Outro aspecto tratado à luz do CRM, estratégico para indústria aeronáutica, é a certificação de *software* embarcado, responsável pela integração de sistemas e automação no voo, haja vista que *Technologically Advanced Aircraft* (TAA) já chegam à Aviação Geral evidenciando a compulsoriedade do treinamento em CRM, incluindo não somente os pilotos de linhas comerciais, em prol da capacitação à percepção das novas ameaças que surgem na evolução deste novo cenário que se apresenta. Deixa-se, ainda, como mensagem, o desafio presente no estabelecimento de uma cultura de segurança justa com a conscientização de que segurança é um papel de todos, além do questionamento sobre qual o ganho obtido pela imprensa com o uso indevido das informações referentes a um acidente.

ABSTRACT

With the advent of flying in the evolutionary history of transport and the constant technological development, the human being has been a major concern in several aeronautical activities. After the regulation of international activities, the aviation market has constantly sought its improvement by developing systems for increased performance and prevention of safety, among other reasons. However, we can not ignore the importance of human capital during this process in fulfilling its function in the air. The way the members of a cabin, for example, deal with happenings on a flight and your relationship's dynamics demonstrated, over a number of accidents studied, that many tragedies could be avoided if there were specific training that involves a team. In fact, some conflicts in interpersonal relationships in the aeronautical industry's everyday when managed incorrectly led to unpleasant moments including creating irreversible situations. Therefore, this paper is to present the Corporate Resource Management (CRM) in their diverse application in the aerospace environment as well as its challenges in the human factor. Conceptually, the CRM training has evolved through generations of management and is currently in its sixth generation characterized by the administration of errors involving the entire organization. Applications of CRM training intended not only to develop forms of relationship and proactive attitudes of members who make up a cockpit, but all involved in a corporation for the flight happen safely. Another issue addressed by the work, takes into account the need to balance between the responsibility, liability, and the activity of prevention of accidents at the time of occurrence of an accident. The error and violation are analyzed as opposed to the ideology of safety that is founded on confidential information whose availability is subject to a non-punitive character. It appears that there is no gain associated with safety with the misuse of this information. Statistics cited in this study point to illustrate that human errors in the field of aircraft maintenance and

inspection are associated with a large number of accidents, indicating that the productivity and physiology of its members, the conservation of material and behavioral aspects in the workplace need to be considered in the organizations in terms of the human factors in order to prevent incidents and accidents. Another aspect discussed under the issue of the CRM strategy for the aerospace industry, is the certification of embedded software, responsible for systems integration and automation on the flight, given that technologically advanced aircraft (TAA) has come to the General Aviation evidencing a mandatory training CRM, including not only the pilots of commercial airlines, in favor of building the perception of new threats that emerges in the evolution of this new scenario that presents itself. It lets also as a message, the current challenge in establishing a culture of safety with justice and the awareness that safety is a role of everyone, in addition to questions about what the gains made by the press with the misuse of information relating to accident.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Modelo do Queijo Suíço (REASON, 1990).....	13
Figura 2: Exemplo da Teoria dos Dominós (COSTA, 2000).	14
Figura 3: Triângulo de Heinrich (COSTA, 2000).....	15
Figura 4: Modelo SHELL (MAGALHÃES, 2002).	15
Figura 5: Acidentes na aviação comercial na Grécia (RICK DARBY, 2006).....	17
Figura 6: Acidentes Fatais no espaço aéreo Grego 1983-2003 (RICK DARBY, 2006).....	17
Figura 7: Safety x The Law (BURIN, 2007).	21
Figura 8: Cultura de Segurança e seus pontos chave.....	22
Figura 9: Taxa de Acidentes (BURIN, 2007).	23
Figura 10: Acidentes com Perda do Casco (BURIN, 2007).	23
Figura 11: Perda de informação devido à criminalização (BURIN, 2007).....	25
Figura 12: Acidente devido à falha em inspeção em passado distante.	29
Figura 13: Acidente devido à falha em inspeção de END.	29
Figura 14: Acidente por falha de inspeção.	30
Figura 15: Acidentes por uso de material e intervenção inadequados na manutenção.	30
Figura 16: Acidente por reparo inadequado de material na execução na manutenção.	31
Figura 17: Acidente imediato à manutenção devido a sua falha.	31
Figura 18: Acidente por execução improvisada em manutenção.	32
Figura 19: Fluxo de certificação de <i>software</i> (CURY, 2004).....	1

LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
AOPA	<i>Aviation Owners and Pilot Association</i>
APP-SP	Controle de Aproximação de São Paulo
APU	<i>Auxiliary Power Unit</i>
BEA	<i>Bureau d'Enquetes et d'Analyses</i>
CAA	<i>Civil Aviation Authority</i>
CENIPA	Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
CRM	<i>Corporate Ressource Management</i>
CTA	Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial
DAC	Departamento de Aviação Civil
DAL	<i>Design Assurance Level</i>
DER	<i>Designated Engineering Representatives</i>
EADS	<i>European Aeronautic Defense and Space Co.</i>
EASA	<i>European Aviation Safety Agency</i>
END	Ensaio Não Destrutivo
EUA	Estados Unidos da América
EUROCAE	<i>European Organization for Civil Aviation Equipment</i>
FAA	<i>Federal Aviation Administration</i>
FAR	<i>Federal Aviation Regulations</i>
FL	<i>Flight Level</i>
FMS	<i>Flight Management System</i>
FOIA	<i>Freedom of Information Act</i>
GGCP	Gerência Geral de Certificação de Produtos Aeronáuticos
GPS	<i>Global Positioning System</i>

IAC	Instrução de Aviação Civil
ICAO	<i>International Civil Aviation Organization</i>
ILS	<i>Instrument Landing System</i>
IMA	Instrução do Ministério da Aeronáutica
IFR	<i>Instrument Flight Rules</i>
JAA	<i>Joint Aviation Authorities</i>
LOSA	<i>Line Operation Safety Audit</i>
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
NDB	<i>Non-Directional Beacon</i>
NSCA	Normas de Sistema do Comando da Aeronáutica
NTSB	<i>National Transportation Safety Board</i>
RBHA	Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica
RTCA	<i>Radio Technical Commission for Aeronautics</i>
TAA	<i>Technologically Advanced Aircraft</i>
TEM	<i>Threat and Error Management</i>
VOR	<i>Very High Frequency Omnidirectional Range</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	PROBLEMA E CONTEXTO	3
1.2	RELEVÂNCIA DO TEMA.....	3
1.3	OBJETIVO DO TRABALHO.....	4
1.4	FOCO E LIMITAÇÃO DO TRABALHO	4
1.5	ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO.....	4
2	CRM COMO FERRAMENTA PARA FOMENTO DA SEGURANÇA OPERACIONAL	7
2.1	CONCEITO DE CRM.....	8
2.1.1	PRIMEIRA GERAÇÃO:.....	10
2.1.2	SEGUNDA GERAÇÃO:.....	10
2.1.3	TERCEIRA GERAÇÃO:	10
2.1.4	QUARTA GERAÇÃO:	10
2.1.5	QUINTA GERAÇÃO:	11
2.1.6	SEXTA GERAÇÃO:.....	11
2.2	A INFLUÊNCIA DOS FATORES HUMANOS.....	11
2.3	REFERENCIAL TEÓRICO UTILIZADO PARA ENTENDER O CRM	12
2.4	ALGUMAS CONTEXTUALIZAÇÕES: CENÁRIOS ONDE SE APLICA O CRM	16
3	CRIMINALIZAÇÃO E SEGURANÇA.....	18
3.1	ERRO E VIOLAÇÃO	19
3.2	CULTURA DE SEGURANÇA.....	21
4	MANUTENÇÃO AERONÁUTICA – INFLUÊNCIA DOS FATORES HUMANOS SEGUNDO O CRM... 25	
4.1	MANUTENÇÃO AERONÁUTICA - BREVE DESCRIÇÃO	26
4.2	OCORRÊNCIAS CAUSADAS POR FALHA DE MANUTENÇÃO	28
4.3	ESTUDO DE INFLUÊNCIAS EM INSPEÇÃO DE MANUTENÇÃO	32
4.4	ANÁLISE DE VULNERABILIDADES NA MANUTENÇÃO.....	34
5	AUTOMATISMO E CRM: CERTIFICAÇÃO DE <i>SOFTWARE</i> EMBARCADO	34
5.1	CERTIFICAÇÃO DE <i>SOFTWARE</i>	35
5.2	RTCA/DO-178B.....	38

5.3	FLUXO DE CERTIFICAÇÃO DE <i>SOFTWARE</i>	40
5.4	AERONAVES VERSUS <i>SOFTWARE</i>	41
6	CONCLUSÕES	44
7	REFERÊNCIAS	48
	APÊNDICE A: ESTUDO DE CASO.....	53
	APÊNDICE B: ESTUDOS DE CASO.....	60
	APÊNDICE C: ESTUDOS DE CASO.....	63
	APÊNDICE D: ESTUDO DE CASO.....	66

1 INTRODUÇÃO

Desde os seus primórdios, a aviação é uma atividade que fascina a humanidade, que acompanhou com espanto e admiração, a busca incansável pela conquista do “sonho de voar”.

Da mitologia grega à Santos-Dumont, vários heróis, muitas vezes anônimos e também célebres pesquisadores como George Cayley, Horatio Phillips, Otto Lilienthal, contribuíram significativamente para a realização daquilo que, para muitos, parecia impossível: alçar vôo com uma máquina mais pesada que o ar.

A partir do grande salto tecnológico representado pelo vôo do mais pesado que o ar, o homem se deparou com outro grande desafio, o de tornar esta tecnologia segura e confiável. Surge então a necessidade imperiosa em se aprofundar nos estudos sobre a arte de voar, alavancada pela utilização cada vez maior das aeronaves para o transporte aéreo comercial a partir de 1930. Nesse contexto inseriu-se a Engenharia Aeronáutica, como um campo da tecnologia dedicado à pesquisa e ao desenvolvimento de aeronaves e de ferramentas que tornariam a atividade aeroespacial segura e confiável.

Entretanto, a despeito de toda tecnologia disponível para tornar a aviação cada vez mais segura, a indústria aeronáutica continua a apresentar riscos, muitas vezes elevados, sendo de fundamental importância o gerenciamento das ameaças envolvidas, em particular a atividade aérea, finalidade precípua de prevenir acidentes. Nos seus primórdios, a segurança de vôo era baseada em um processo de tentativa e erro com os esforços referentes ao desenvolvimento das habilidades ligadas ao vôo, aplicados aos treinamentos operacionais, voltados para os aspectos de desempenho individual. A partir da utilização de aeronaves para o transporte aéreo comercial e dos altos custos envolvidos com o desenvolvimento e a fabricação de aviões, esse método tornou-se inaceitável frente às significativas perdas de vidas e de recursos materiais. Impulsionando dessa forma, o desenvolvimento de ferramentas

que pudessem gerenciar de maneira sistemática os erros e as ameaças envolvidas com a indústria aeronáutica.

Assim, o século XX registra importantes contribuições de segurança de voo no aspecto de fatores humanos, obtido também através do desenvolvimento das atividades da medicina aeroespacial e dos simuladores de voo.

Neste contexto o campo dos estudos dos fatores humanos, segundo a *Federal Aviation Administration* (FAA), tem suas raízes na aviação e em dados nos estudos de manutenção bélica na Segunda Guerra Mundial. Estes foram o embrião para a estruturação desse conhecimento em decorrência dos inúmeros acidentes ocorridos, além da necessidade de adaptar, então, veículos militares, aviões e demais equipamentos bélicos, às características físicas e psicofisiológicas dos soldados, especialmente em situações de emergência e pânico. A FAA ressalta ainda que nesse período, o rápido aperfeiçoamento dos sistemas técnicos expôs o equívoco de se ignorar a pessoa, isto é, o piloto no sistema. Erros humanos induzidos pelo sistema, como a leitura errada de altímetros ou a seleção errada dos controles do *cockpit*, foram reduzidos ou eliminados por meio de uma melhor interface piloto-*cockpit*.

A *International Civil Aviation Organization* (ICAO) desenvolveu oficialmente em 1986, através da *Resolution A26-9*, a aplicação do estudo dos fatores humanos (INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION, doravante denominada ICAO, 2009). No Brasil, pesquisas apresentadas pelo antigo Departamento de Aviação Civil (DAC) permitem verificar que 67% dos incidentes e acidentes do transporte aéreo mundial foram relacionados ao fator humano, e pelo menos em parte, falha em se utilizar prontamente todos os recursos disponíveis.

1.1 PROBLEMA E CONTEXTO

De acordo com diversos estudos apresentados por empresas de aviação de transporte comercial e outras, muitos acidentes passados poderiam ser evitados se houvesse uma metodologia capaz de lidar com os problemas de gerenciamento dos recursos disponíveis, cuja qualidade foi afetada pelo relacionamento interpessoal em todas as suas instâncias, durante acontecimentos adversos ocorridos em vôo. Investigações realizadas pela FAA, referentes às causas de acidentes aéreos, apresentaram que o erro humano é um dos principais fatores contribuintes, presente em 70% dos acidentes aéreos. Tais pesquisas demonstraram que esses problemas eram associados às dificuldades ocorridas durante a tomada de decisão, à comunicação ineficaz, à liderança inadequada e ao gerenciamento ineficiente (SIMPÓSIO DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS DE EQUIPES, 2004). O desenvolvimento do CRM visa o gerenciamento de recursos disponíveis de forma eficiente de modo a aumentar a segurança nas operações.

1.2 RELEVÂNCIA DO TEMA

O Gerenciamento de Recursos da Equipe, ou *Corporate Resource Management* (CRM), tem sua compulsoriedade imposta às empresas civis por força de lei (BRASIL, doravante denominada IAC 060-1002A, 2005), com o intuito de alcançar o objetivo a que se propõe: a mudança de comportamento decorrente da ampliação da consciência situacional. A escolha do tema foi realizada com o intuito de analisar a importância do treinamento em CRM visando o incremento da segurança, da qualidade e da eficiência das operações de aeronaves pela redução do erro humano.

1.3 OBJETIVO DO TRABALHO

O presente trabalho tem como principal objetivo apresentar o CRM como uma ferramenta de auxílio à identificação e análise dos fatores que afetam o desempenho humano na segurança das atividades aeronáuticas.

1.4 FOCO E LIMITAÇÃO DO TRABALHO

O trabalho define como seu foco a importância dos relacionamentos interpessoais nos diversos setores aeronáuticos, cuja qualidade das atividades pode, no aspecto da segurança, direta ou indiretamente, sofrer interferência desse e dos demais pontos tratados pela metodologia CRM.

O trabalho encontrou como limitação a dificuldade em identificar pesquisas que quantifiquem, em termos econômicos, a relação entre o custo correspondente às ocorrências de acidentes e incidentes evitadas com a implementação do CRM e o investimento a esta intrínseco. Em outras palavras, não se encontrou dados disponíveis para estimar o retorno financeiro associado ao investimento no treinamento em CRM, fato que pode explicar o porquê deste ainda não ser adotado em algumas empresas, apesar da legislação pertinente.

1.5 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO

Para melhor atingir o objetivo proposto, este estudo é organizado em cinco capítulos, os quais, dentro do foco estabelecido, abordam diferentes aspectos na lida com a influência dos fatores humanos.

No Capítulo 2, a necessidade do desenvolvimento de ferramentas de redução do erro humano como fator contribuinte para acidentes e incidentes é a justificativa à abordagem do estudo do treinamento em CRM, modelo que abrange inicialmente apenas a tripulação técnica, e em seguida estende-se para a tripulação como um todo, pessoal de apoio, comissários, engenheiro de vôo, entre outros, em um desenvolvimento que abrange

posteriormente todas as equipes envolvidas na atividade aérea, de forma a melhorar sua coordenação e gerenciamento. O CRM busca alcançar uma redução do índice de ocorrências por falha humana, trazendo benefícios à segurança de vôo.

Observando este cenário de CRM, o Capítulo 3 aborda o conceito de que o crescente emprego de informações relativas à investigação e prevenção de acidentes aeronáuticos em processos judiciais vai de encontro às políticas internacionais estabelecidas e acordadas na Convenção de Chicago. A atividade de segurança necessita do estabelecimento de um sistema de gestão apropriada em conjunto com o desenvolvimento e manutenção de uma cultura voltada para a prevenção de acidentes. Esta cultura, fundamentada no princípio da informação e adotada no CRM, é caracterizada pelo caráter não-punitivo e confidencial de suas informações, onde a distinção entre erro e violação é conhecida. O ambiente para o seu desenvolvimento pode ser caracterizado por quatro subgrupos culturais que se relacionam: cultura justa, cultura de reportes, cultura flexível e cultura do aprendizado. Tendo em vista o crescente uso indevido das informações, impactos negativos no desenvolvimento do CRM são evidenciados pela degradação dos processos de comunicação e dos reportes voluntários. Este capítulo evidencia tais impactos, ressaltando-se a existência de um grande desafio para os tempos atuais: determinar o equilíbrio entre a prevenção de acidentes aéreos (*safety*) e a responsabilidade (*liability*) para o bem do interesse público.

Falhas humanas desempenham ainda importante participação em acidentes relacionados a operações de manutenção. Em que pese a importância das instalações, equipamentos, ferramentas e materiais, o elemento humano é a peça-chave desse processo. Diante dos problemas relacionados a fatores humanos e afetos a membros de manutenção, o Capítulo 4 evidencia a extensão da metodologia do CRM a fim de identificar e melhorar os fatores que afetam o desempenho humano nas inspeções e manutenções aeronáuticas.

A presença do *software* na aviação é cada vez maior. É demonstrado pela ICAO, através do quadro *Evolution of Transport Aircraft Automation*, que a automatização está integrando diversos sistemas críticos ao voo (ICAO, 1992). O *software* está promovendo uma interface homem-máquina de uma forma cada vez mais intuitiva, aumentando a consciência situacional e diminuindo a carga de trabalho dos pilotos. Por isso, o Capítulo 5 destaca a importância e peculiaridade dos processos da certificação de um *software*, bem como mostra que um novo foco e novas demandas para o treinamento em CRM são criados diante das novas ameaças que os sistemas automatizados apresentam a partir do elevado nível de integrações e o automatismo atual.

2 CRM COMO FERRAMENTA PARA FOMENTO DA SEGURANÇA OPERACIONAL

O CRM, inicialmente denominado *Crew Resource Management* e modificado atualmente para *Corporate Resource Management*, é um treinamento criado para lidar com dificuldades ligadas ao gerenciamento de recursos da tripulação bem como toda a organização. Encontra-se em sua 6ª geração na fase de desenvolvimento e nos dias atuais, em termos de aviação brasileira, tem sua obrigatoriedade assegurada por normas e procedimentos regulamentados de acordo com o sistema de código de aviação civil. Porém, que benefício esse treinamento pode oferecer a uma empresa aérea? Por que o CRM, hoje em dia é um assunto tão comentado? Esse capítulo procura responder essas questões e ainda enfatizar a utilização desse recurso como ferramenta para ajudar no reconhecimento e conseqüentemente prevenção, em todo âmbito da corporação, de ocorrências polêmicas que vão desde a indisciplina e violação à administração de erros e fatores individuais de uma tripulação e / ou da organização que, por vezes, contribuem direta ou indiretamente para terríveis incidentes ou acidentes.

Primeiramente, é preciso compreender a necessidade do surgimento desse tipo de treinamento bem como os princípios teóricos fundamentais para o entendimento dos acidentes. No Apêndice A são apresentados alguns estudos de caso que visam mostrar a importância do treinamento prévio como fator preventivo de ocorrências muitas vezes irreversíveis.

Embora não sejam apresentados neste trabalho dados estatísticos que comprovem a eficiência do CRM sob aspectos de rentabilidade e economia, acredita-se que economicamente o treinamento em CRM poderá gerar melhorias na qualidade de gerenciamento, o aumento da produtividade no atendimento e prestação de serviço, e o aumento da qualidade de vida da tripulação e / ou da organização; além da preservação da

vida e do material, cujos valores inestimáveis muitas vezes causam choque e pânico quando se findam.

2.1 CONCEITO DE CRM

O CRM é um tipo de treinamento voltado para a organização. Suas iniciais vêm do inglês *Corporate Resource Management*, que traduz os recursos de gerenciamento da corporação (IAC 060-1002A, 2005).

O treinamento em CRM lida com aspectos dos fatores humanos que são entendidos como um conjunto de ciências que visam analisar e avaliar toda a interação do homem com relação ao meio, a máquina e a ele mesmo. Nessa relação considera-se a interação do homem nos contextos da operacionalidade, projeção e administração (IAC 060-1002A, 2005).

No início de seu desenvolvimento, a preocupação básica do treinamento em CRM tem como objetivo a administração dos erros provocados durante os procedimentos operacionais, possíveis contribuintes para a ocorrência de acidentes ou incidentes. Atualmente, após atualizações chamadas de gerações, o CRM reflete a preocupação no gerenciamento de todos os procedimentos que envolvem uma organização.

Sendo assim, o CRM busca aperfeiçoar o desempenho das equipes (tripulação, linha de manutenção e inspeção, profissionais do tráfego aéreo, entre outros) que compõem o cenário aeronáutico através da análise de fatores humanos. Nessa metodologia, de uma forma simples, as áreas observadas em uma organização, de forma temática, são as seguintes (IAC 060-1002A, 2005):

- Trabalho em equipe - considera o relacionamento interpessoal, liderança, cooperação, comprometimento com a tarefa e clima do grupo. Mostra-se essencial às tarefas de que necessitam coordenação e cooperação;

- Automação - área entendida como os sistemas e métodos (mecânicos, eletrônicos, *software*, etc.) que auxiliam o trabalho humano, principalmente pela integração de sistemas e nível do automatismo a bordo em vôo. Essa abordagem trata-se de um novo cenário que requer capacitação diante das novas ameaças associadas;
- Processo decisório – área que compreende a busca de informações na tomada de decisão. Muitas vezes há que se tomar decisões adversas ao conduzido por cenários econômicos e operacionais;
- Comunicação – área que abrange os processos de planejamento oral de uma tarefa compartilhado com todos de uma equipe; uso da crítica como fator de divulgação de um resultado ou descoberta de algo ainda não compartilhado por todos da equipe; assertividade como recurso de comunicação, baseado em fundamentos específicos para impedir ou se opor a uma idéia ou procedimento; e a resolução de conflitos. É mandatório que seja clara e confiável; e
- Consciência situacional – área que trata dos fatores que afetam a atenção. Esses fatores englobam as características individuais, o estresse e a fadiga, bem como a preparação e a distribuição da carga de trabalho - itens que têm fundamental influência no desempenho do mantenedor.

Ademais, apresenta-se a seguir um extrato da IAC 060-1002-A relacionado à abordagem do erro sob diferentes aspectos, ilustrando o desenvolvimento de cada geração do CRM. Em uma avaliação da cultura organizacional específica em cada organização é possível identificar a melhor abordagem a ser adotada.

2.1.1 PRIMEIRA GERAÇÃO:

- Segurança como resultado do desempenho da equipe, existindo “indivíduos com atitudes certas e indivíduos com atitudes erradas”;
- Ênfase na comunicação e liderança; e
- Erro como consequência das deficiências no estilo de gerenciamento do piloto.

2.1.2 SEGUNDA GERAÇÃO:

- Enfoca a tripulação como um todo (técnica e de cabine); e
- Conceito de cadeia de eventos / corrente de erros.

2.1.3 TERCEIRA GERAÇÃO:

- Extensivo a todos os grupos envolvidos na atividade aérea;
- *Glass Cockpit* como ambiente complexo e dinâmico;
- Ênfase na dimensão cognitiva e não em habilidades pessoais de gerenciamento (*skills*);
- Importância de se desenvolver modelos mentais compartilhados; e
- Todo o sistema deve adotar medidas pró-ativas, e não retroativas.

2.1.4 QUARTA GERAÇÃO:

- O erro passa a ser resultado de uma dinâmica de toda organização e não mais do piloto (REASON, 1990); e
- Erro como consequência, e não como causa, não residindo em uma só pessoa, mas sim em toda organização.

2.1.5 QUINTA GERAÇÃO:

- *Errare humanun est;*
- CRM como uma contra-medida ao erro;
- Erros devem ser evitados, detectados e mitigados; e
- Política não-punitiva.

2.1.6 SEXTA GERAÇÃO:

- LOSA (observação das ameaças em voo real) como ferramenta de reconhecimento de vulnerabilidade do sistema;
- *Threat and Error Management* (TEM) como consequência do LOSA; e
- Mantém a ideia de gerenciamento do erro e acrescenta um outro conteúdo que diz respeito ao reconhecimento do risco ou da ameaça, pois quando uma ameaça esperada ou não esperada é detectada, a tripulação pode gerenciar o curso das ações a serem tomadas para reduzir a possibilidade de erro e realizar um voo seguro.

2.2 A INFLUÊNCIA DOS FATORES HUMANOS

Pode-se facilmente perceber que todos os ramos de manifestação dos fatores humanos se aplicam a diversos aspectos já mencionados em aviação. Uma evidência da preocupação com a influência dos fatores humanos é o documento *Part 45 Regulations* estabelecido pela Autoridade de Segurança de Aviação Européia, *European Aviation Safety Agency* (EASA), que requer que todo o pessoal envolvido em quaisquer atividades de manutenção, gestão ou auditorias da qualidade tenha a compreensão da aplicação de fatores humanos e como suas capacidades de desempenho são afetadas (HELMREICH, KLINECT, & WILHELM, 1999).

2.3 REFERENCIAL TEÓRICO UTILIZADO PARA ENTENDER O CRM

De acordo com James Reason, erro compreende todas as ocasiões nas quais a seqüência planejada de atividades mentais ou físicas falha em alcançar seu resultado pretendido (REASON, 1990).

A teoria do “queijo suíço” desenvolvida por James Reason (REASON, 1990) retrata a trajetória do acidente entre as camadas de defesa e suas fraquezas, representadas pelos buracos que se movimentam dinamicamente em resposta às ações dos operadores do sistema. As falhas ativas, ou atos inseguros de efeito imediato cometido pelos operadores como falha, lapsos, erro, violações de conduta dentre outros, causam acidentes quando combinadas com as falhas latentes ou janelas nas defesas do sistema. O que resulta na criação de uma trajetória de oportunidades para a ocorrência do acidente. Dessa maneira, a fusão dos caminhos das falhas ativas e latentes possibilita a existência de trajetórias completas ou parciais até que se resultem num acidente conforme apresentado na Figura 1. Destaca-se que o conceito de fatores humanos é definido como um conjunto de ciências voltadas para o aperfeiçoamento do desempenho humano com o intuito de reduzir o erro humano analisando a interação do homem em um determinado ambiente com os inúmeros sistemas presentes que influenciam em sua dinâmica, eficiência e eficácia (IAC 060-1002A, 2005).

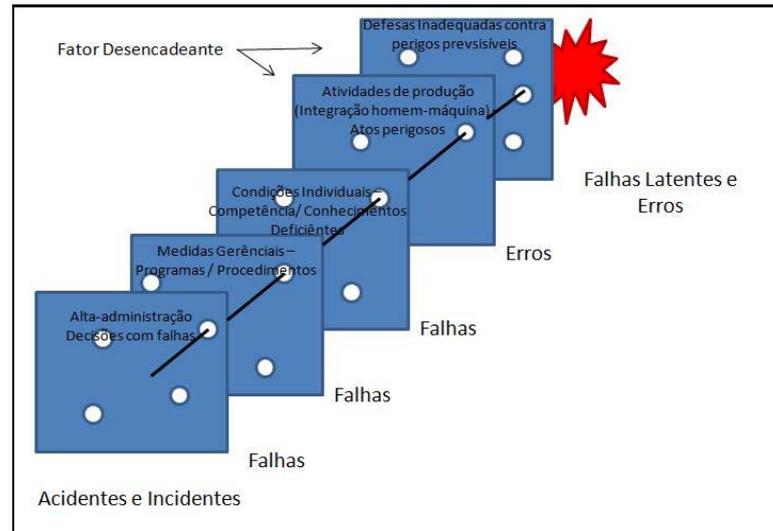


Figura 1: Modelo do Queijo Suíço (REASON, 1990).

Para Reason, as falhas humanas representam a maior ameaça a sistemas complexos e potencialmente perigosos, uma vez que tais fatores ocorrem com a soma de aspectos psicológicos individuais que são menos gerenciais. Como exemplo, alguns estados mentais que contribuem para o erro são as preocupações ou distrações, que levam o indivíduo a cometer deslizes e lapsos e até mesmo ao esquecimento. Ocorrências características de aspectos psicológicos são quase impossíveis de se prever ou controlar efetivamente.

Além do Modelo Reason, outros nomes importantes sobre os fatores humanos contribuem para o entendimento de suas causas. W. Heinrich defende a idéia de que os acidentes resultam de eventos que ocorrem em seqüência, assim como a queda de peças de um dominó: ao cair a primeira peça as demais que se alinhavam próximas teriam o mesmo destino, simbolicamente, levando ao acidente - esta é a Teoria dos Dominós conforme apresentado na Figura 2, de forma simplificada.



Figura 2: Exemplo da Teoria dos Dominós (COSTA, 2000).

Atualmente, o modelo mais usual originado por esta teoria é a Teoria das Causas Múltiplas, que se diferencia por abranger as razões dos eventos, ou seja, os porquês da ação ou condição insegura, como também os fatores que viabilizaram a existência da ação ou condição insegura. Além disso, outra contribuição muito importante deste autor foi o Triângulo de Heinrich, apresentado na Figura 3, que adaptado a aviação nos demonstra que o acidente “dá sinais” antes de acontecer. Ou seja, o especialista de aviação tem oportunidade para investigar e corrigir as ações que levam ao perigo ou incidente antes que estes se tornem acidentes conforme estudo de caso apresentado no Apêndice A.

Já Edwards (1972) e mais tarde Hawkins (1984) propõem o Modelo SHELL, Figura 4, que estabelece o vínculo de relações entre o homem e o meio. De modo sintético, o diagrama abaixo representado por blocos referencia as iniciais do sistema a qual o homem se insere em seu meio de trabalho: o “L” central remete ao homem (*LIVEWARE*); o “H” seria o equipamento, o qual o homem deve se adaptar (*HARDWARE*); o “E” seria o ambiente, no qual o homem convive (*ENVIRONMENT*); o “S” seria os procedimentos e tarefas, os quais o homem se submete, ou seja, o suporte lógico (*SOFTWARE*) e; o último “L” representando

novamente o homem em suas relações com o outro (MAGALHÃES, F & COELHO, E, 2001).



Figura 3: Triângulo de Heinrich (COSTA, 2000).

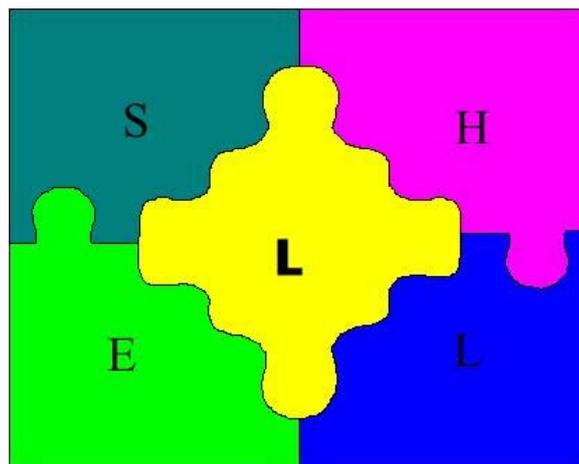


Figura 4: Modelo SHELL (MAGALHÃES, 2002).

O treinamento em CRM foi desenvolvido de forma a aplicar conceitos de gerenciamento moderno, não só na cabine como em outras atividades operativas e administrativas que interferem no voo, de modo a obter uma operação eficaz, aumentando o nível de segurança com a utilização de todos os recursos disponíveis apresentando a importância das relações entre o Homem – Meio – Máquina e dos fatores organizacionais envolvidos.

2.4 ALGUMAS CONTEXTUALIZAÇÕES: CENÁRIOS ONDE SE APLICA O CRM

O CRM é uma chave para melhoria de desempenho e interação da equipe, contando com um elevado grau de proficiência técnica essencial para operações aéreas seguras. É importante lembrar que a falta de conhecimento técnico não é suprida com um treinamento em gerenciamento de recursos de equipe, mantendo-se a importância de realizações de treinamentos específicos em paralelo com o treinamento em CRM.

Investigações sobre as causas de acidentes aéreos realizadas pela FAA mostraram que o erro humano é dos principais fatores contribuintes, representando aproximadamente 70% de todos os acidentes e incidentes aéreos. Pesquisas da *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) demonstraram que tais eventos ocorreram em consequência de fatores que apresentam características similares. Os problemas foram associados a dificuldades ocorridas durante a tomada de decisão, comunicação ineficaz, liderança inadequada e gerenciamento ineficiente (SIMPÓSIO DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS DE EQUIPES, 2004).

Os resultados dessas pesquisas levantadas em investigação das causas de incidentes e acidentes mobilizaram tanto as empresas aéreas, indústrias aeronáuticas como o Governo, que constataram a necessidade do desenvolvimento de programas de treinamento em fatores humanos de forma a melhorar a coordenação de gerenciamento de todas as pessoas envolvidas direta e indiretamente no voo. (UNITED STATES. *Federal Aviation Administration*, doravante denominada FAA, 2004).

Um estudo realizado pela *Flight Safety Foundation*, analisando 185 acidentes e incidentes envolvendo aviação comercial no espaço aéreo Grego durante 1983-2003, verificou como causa principal o erro da tripulação de voo conforme apresentado na Figura 5 e Figura 6.

Observou-se que o CRM falho foi um dos fatores em 100% dos acidentes fatais, sendo 50% referentes à aviação comercial conforme figura 5. “Estados adversos mentais”, perda de consciência situacional foi o fator contribuinte em 71,4 % dos acidentes fatais, 42,9% ocorreu devido às condições em consequência de atos inseguros e 28,6% referente ao ambiente técnico.

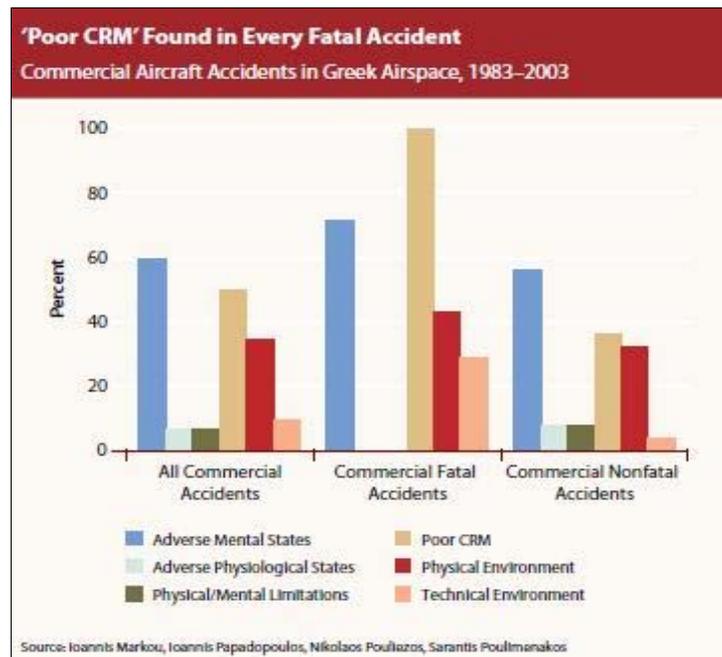


Figura 5: Acidentes na aviação comercial na Grécia (DARBY, 2006).

Fatal Accident Human Factors
Commercial Aircraft Accidents in Greek Airspace, 1983–2003

Phase of Flight	Error Type: Percentage of Accidents								
	Crew Skill Error	Crew Decision Error	Crew Perceptual Error	Crew Violations	Adverse Mental States	Adverse Physiological States	Poor Crew Resource Management	Physical Environment	Technical Environment
En route	33.3	33.3	66.7	66.7	33.3	0.0	100.0	66.7	33.3
Descent	100.0	66.7	33.3	66.7	100.0	0.0	100.0	0.0	0.0

Source: Ioannis Markou, Ioannis Papadopoulos, Nikolaos Poulizos, Sarantis Poulmenakos

Figura 6: Acidentes Fatais no espaço aéreo Grego 1983-2003 (DARBY, 2006).

Durante procedimentos de aproximação e em cruzeiro envolvendo aviação comercial, verificou-se que o fator de Gerenciamento de Recursos de Equipe ineficiente está presente em todos os acidentes, apresentando posteriormente dois terços dos aspectos como “deficiente percepção dos tripulantes”, “violação” e “aspectos ambientais” nos acidentes.

3 CRIMINALIZAÇÃO E SEGURANÇA

Após a II Guerra Mundial, o transporte aéreo apresenta um crescimento desordenado e necessita do estabelecimento de regras que proporcionem ao usuário, em qualquer país, segurança, regularidade e eficiência.

O Governo dos Estados Unidos promove em novembro de 1944 a Convenção de Navegação Aérea Internacional visando à cooperação entre nações e povos para preservação da paz mundial. Além disso, busca a promoção de acordos para o estabelecimento de princípios e meios para que a aviação desenvolva-se de forma ordenada e segura.

A criação da ICAO e o conseqüente estabelecimento dos padrões e recomendações para o desenvolvimento seguro e ordenado da aviação internacional ocorrem durante a Convenção de Chicago, em sete de dezembro de 1944. A ICAO emite ainda documentos denominados Anexos, determinando práticas e padrões sobre os diversos assuntos que compõem a aviação civil, que em sua maior parte, tem por objetivo estabelecer níveis mínimos de segurança nas atividades. O Anexo 13 da ICAO, que possui grande importância para este trabalho, apresenta as diretrizes relacionadas à investigação de acidentes aeronáuticos (BRASIL, Agência Nacional de Aviação Civil, doravante tratada como ANAC, 2009).

Dessa forma, a atividade de prevenção desenvolvida em um ambiente onde é estabelecida uma cultura justa evidencia-se essencialmente por decréscimos do número de

acidentes aeronáuticos observados nas últimas décadas e conseqüente diminuição de acidentes fatais. Por outro lado, o caráter punitivo empregando informações de segurança é evidenciado pelo decréscimo do número de reportes voluntários de acidentes e incidentes, insumos do trabalho de prevenção.

A importância do entendimento da cultura positiva de segurança é relevante ao contexto atual em que informações de acidentes perdem seu caráter confidencial e são disponibilizadas pelos meios de comunicação, passíveis de sensacionalismo e juízos de valor, sem a justa diferenciação entre erro e violação.

Neste contexto, o atual desafio mundial é estabelecer um equilíbrio entre segurança (*safety*) e responsabilidade (*liability*), a bem do interesse público. Nesta etapa aborda-se de forma preliminar um estudo que visa questionar o caráter punitivo em questões de segurança, apresentando as boas práticas de uma cultura positiva de segurança, seguindo-se evidências relacionadas à quantidade de acidentes e reportes voluntários e casos atuais de criminalização de acidentes.

3.1 ERRO E VIOLAÇÃO

O Anexo 13 da ICAO estabelece que a proteção quanto ao uso inadequado da informação de segurança é essencial para a garantia de sua disponibilidade contínua e que seu uso além do propósito de segurança poderá inibir as disponibilidades futuras de tais informações, trazendo efeitos adversos à prevenção.

Apresentando-se ainda um dos princípios gerais estabelecidos no Anexo 13, observa-se que a regulamentação nacional para a proteção da informação de segurança deve assegurar um equilíbrio entre a necessidade de proteção da informação de segurança, para efeitos de melhoria da segurança de aviação, e a necessidade da adequada condução de justiça.

Destaca-se que o conceito de prevenção de acidentes aeronáuticos é definido pela NSCA 3-3 como o conjunto de atividades destinadas a impedir a ocorrência de acidentes aeronáuticos, visando à preservação de recursos humanos e materiais (BRASIL, 2008(f)). Nesse ínterim, seu papel não é restringir a atividade aérea, mas sim estimular o seu desenvolvimento com segurança, utilizando as investigações e seus resultados para a prevenção de futuros acidentes, não devendo ser utilizados como ferramentas para acusações e punições de erros ou violações.

De acordo com REASON (1990), erro compreende todas as ocasiões nas quais a seqüência planejada de atividades mentais ou físicas falha em alcançar seu resultado pretendido, conforme apresentado anteriormente. Por outro lado, violação relaciona-se com o conjunto de ações ou inações que se desviam deliberada e intencionalmente do método de trabalho considerado seguro.

Assim, o equilíbrio entre *safety* e *liability* precisa coexistir sem que ocorram interferências entre seus sistemas. O interesse público interliga esses dois sistemas Figura 7, cabendo ao Estado, com seu poder coercitivo, o estabelecimento de leis que garantam a proteção da informação de segurança, para a manutenção da segurança de aviação, e o arcabouço judicial capaz de apurar e julgar as violações. Ressalta-se ainda que o bom senso não é suficiente para estabelecer o equilíbrio entre essas forças, principalmente no que diz respeito aos acidentes aeronáuticos de grande repercussão pela capacidade de gerar comoção nacional e internacional.

Enfatizando-se o aspecto relacionado à segurança, entende-se a necessidade do estabelecimento de normas e procedimentos adequados para o desenvolvimento das atividades relacionadas com aviação, mas também do desenvolvimento de uma cultura organizacional que motive e possibilite o seu desenvolvimento.

3.2 CULTURA DE SEGURANÇA

A cultura organizacional refere-se aos valores, padrões de crenças e comportamento que são aceitos e praticados pelos membros de uma determinada organização (WRIGHT, KROLL & PARNELL, 2000). Este trabalho limita a discussão às características necessárias para o estabelecimento de uma cultura de segurança pautada nos quatro componentes chave identificados por Reason, que podem ser considerados sub-grupos.

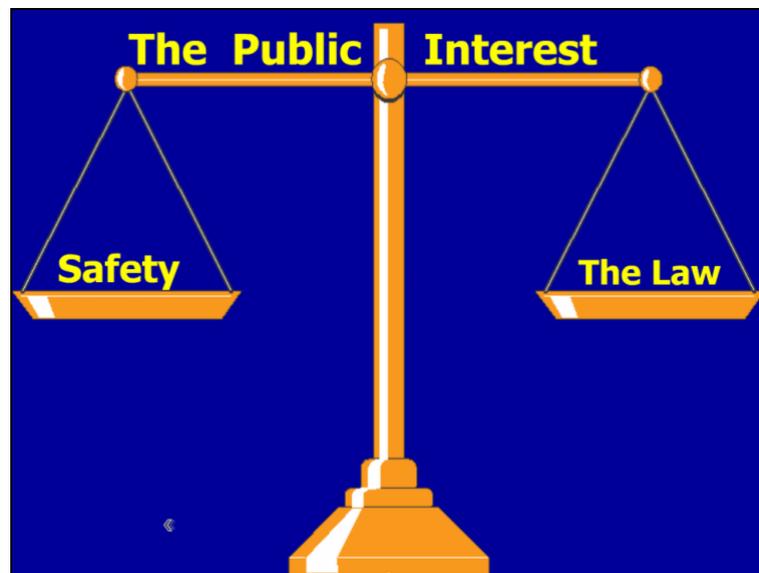


Figura 7: Safety x The Law (BURIN, 2007).

O conceito de cultura de segurança empregado neste trabalho representa o resultado dos valores individuais e do grupo, atitudes, competências e padrões de comportamento que determinam o compromisso, estilo e competência de uma gestão organizacional saudável e segura. Além disso, os quatro principais componentes de uma cultura de segurança são: cultura de reportes, cultura justa, cultura flexível e cultura de aprendizado (*SAFETY WORKING GROUP*, 2008).

Com base nas definições de Reason e Hobbs (REASON E HOBBS 2003) e *SAFETY WORKING GROUP* (2008) destacam-se as seguintes definições: cultura justa – pauta-se no claro entendimento e distinção entre comportamentos divulgados como aceitáveis e inaceitáveis, ou seja, a distinção entre erro e violação. Reconhece a necessidade de punição exemplar quando se caracteriza a intenção deliberada de violar uma norma, mas reforça a atmosfera de confiança mútua de que erros não serão punidos; cultura de aprendizado - fundamenta-se no processo de mudança, utilizando-se as discrepâncias que inevitavelmente surgem quando se comparam as lições aprendidas, aquilo que se pretende fazer, com o que realmente acontece fora das premissas básicas, observados nos reportes e nas investigações de acidentes e incidentes; cultura de reportes – ambiente onde as pessoas estão dispostas a reportar erros e desvios, próprios ou não, sem temer por retaliações; e cultura flexível – cultura na qual existe a capacidade de permitir adaptações efetivas resultantes de mudanças especiais de demanda, situações de crise ou emergência e permitir reações rápidas (Figura 8).

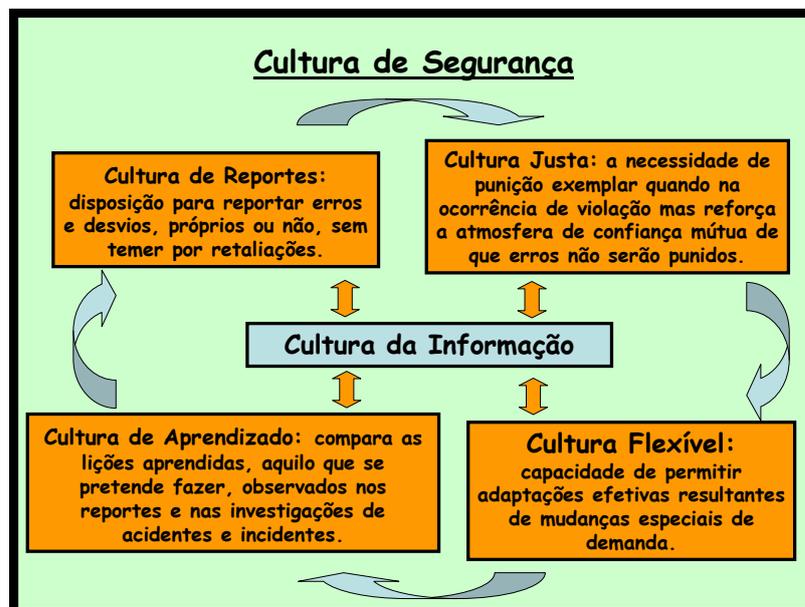


Figura 8: Cultura de Segurança e seus pontos chave.

(Adaptado de *SAFETY WORKING GROUP*, 2008).

As práticas recomendadas e que regem a doutrina de segurança de aviação são fundamentadas no Anexo 13 à Convenção Internacional da Aviação Civil, Convenção de Chicago, que atribui como objetivo único de investigação de acidente ou incidente aeronáutico a prevenção, não sendo propósito desta atividade atribuir culpa ou ressarcimentos financeiros – *liability* (ICAO, 2001).

Nesse contexto, a redução da quantidade de acidentes aeronáuticos (Figura 9) representa uma das principais evidências da efetividade do emprego de um sistema de segurança aeronáutico em conjunto com uma cultura de segurança positiva, que conseqüentemente apresenta uma redução de fatalidades (Figura 10).

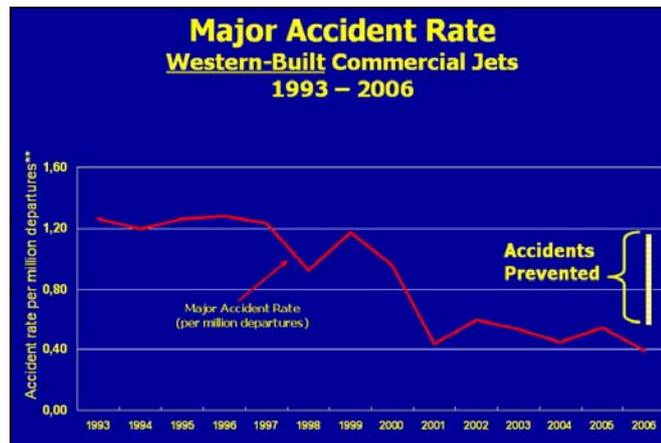


Figura 9: Taxa de Acidentes (BURIN, 2007).

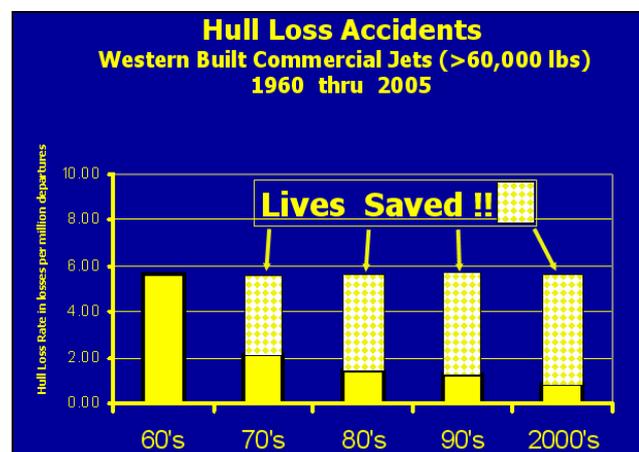


Figura 10: Acidentes com Perda do Casco (BURIN, 2007).

Por outro lado, em 1996 a Dinamarca desenvolveu um programa requerendo que pilotos, técnicos de manutenção, controladores de tráfego aéreo e outros profissionais de aviação reportassem ocorrências de vôo específicas, sem garantir o caráter confidencial da informação.

Devido à liberdade da informação (*Freedom of Information law*), em 1997 a Dinamarca foi obrigada a permitir o acesso a esses relatórios. Essa ação não foi bem recebida pelo setor e o número de relatórios foi reduzido pela metade em 1998, reduzindo-se mais um terço em 1999. Um projeto de lei foi aprovado em 2001 estabelecendo uma exceção a essa lei, determinando que o material relacionado à segurança de vôo passa-se a não ter caráter punitivo e fosse considerado confidencial. No ano seguinte à aprovação deste projeto de lei, o número de relatórios dobrou e continua subindo (BURIN, 2004). Além da Dinamarca, outros países utilizam leis de acesso livre à informação, desde que requisitadas, como os Estados Unidos onde há a *Freedom of Information Act* (FOIA).

Essa evidência da redução da quantidade de informações ilustra e fundamenta os argumentos apresentados com relação à necessidade do estabelecimento de uma cultura justa possibilitando o desenvolvimento de uma cultura de reportes, base para o estabelecimento da prevenção aeronáutica.

Processos criminais têm se tornado cada vez mais ávidos em acusar pilotos, controladores de tráfego aéreo e profissionais de aviação e representam uma grande ameaça à segurança de vôo (WERFELMAN, 2008), conforme casos apresentados no Apêndice B.

Tendo em vista que a confiança é elemento crítico para a cultura de segurança (HELMREICH, KLINECT, & WILHELM, 1999), a criminalização de erros humanos, em desacordo com o preconizado no Anexo 13 da ICAO, conduz a uma barreira à livre comunicação, sejam elas efetuadas por decisões conscientes ou inconscientes.

Os aspectos conscientes estão relacionados a um processo deliberado e racional de busca pela sua proteção, seja ela vital ou até mesmo preservando-se de situações constrangedoras e punitivas. Por outro lado, inconscientemente o ser humano também é acometido por reações de busca de autopreservação evitando-se angústias, denominado mecanismos de defesa (FREUD, 2006).

Dessa forma, a busca pelo ideal de uma cultura de segurança justa é afetada (Figura 11), tendo em vista que a sua base consiste no estabelecimento de um ambiente confiável para a manutenção de processos de comunicação e geração de informação de segurança, insumo para a atividade de segurança.

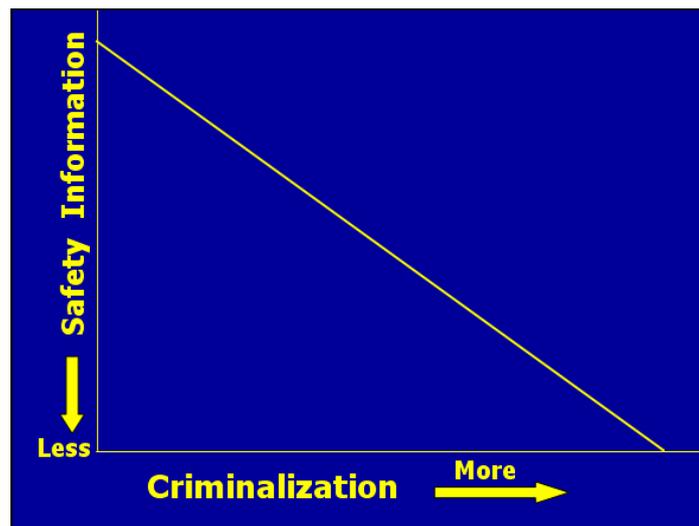


Figura 11: Perda de informação devido à criminalização (BURIN, 2007).

4 MANUTENÇÃO AERONÁUTICA – INFLUÊNCIA DOS FATORES HUMANOS SEGUNDO O CRM

Em um cenário de engenharia, este capítulo discorre sobre as atividades de manutenção aeronáutica e destaca a consideração dos fatores humanos inerentes, utilizando como ilustração a análise de um estudo apresentados no item 4.2 e de dois casos de incidentes

no Apêndice C, em seqüência à breves citações de cunho motivacional de alguns acidentes (Item 4.3) cujas causas apontadas pelos respectivos processos de investigação foram erros humanos na manutenção.

Dados apontam que falhas em operações de manutenção têm importante participação como elos iniciais em correntes de acidentes nas últimas décadas (FAA, 2009(a)). A diversidade de atividades de manutenção e inspeção é quase ilimitada. Em que pese à importância das instalações, equipamentos, ferramentas e materiais, sem dúvida o elemento humano é a peça chave da manutenção (AIR SAFETY GROUP, 2009). Diante, então, de problemas relacionados a fatores humanos também se aplicarem e afetarem membros de manutenção aeronáutica, a metodologia de CRM se estende a fim de identificar e melhorar fatores que afetam o desempenho humano nas inspeções e manutenções aeronáuticas (GLOBAL AIR TRAINING, 2009).

4.1 MANUTENÇÃO AERONÁUTICA - BREVE DESCRIÇÃO

Na década de mil novecentos e noventa, a manutenção é apresentada como causa primária de 8,3 % dos acidentes ocorridos nos EUA. Em dois mil e três, o evento manutenção é considerado o elo inicial de uma corrente de acidentes em 26% dos acidentes em todo o Globo (FAA, 2009(a)). Estes fatos destacam a importância da manutenção para a segurança de voo.

Sob o aspecto da segurança e da aeronavegabilidade continuada, a manutenção aeronáutica é conhecida como atividade de inspeção, revisão, reparo, limpeza, conservação ou substituição de partes de uma aeronave e seus componentes (BRASIL. Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica, doravante denominado RBHA 01, 2008(a)).

Dentre as muitas definições de manutenção, duas classificações são as mais empregadas: preventiva e corretiva. Segundo o RBHA 01, a manutenção corretiva é uma

técnica de gerência reativa que espera pela falha da máquina ou equipamento. Também é o método mais caro de gerência de manutenção por geralmente envolver reparos maiores e em momentos inoportunos. A manutenção de itens *condition monitoring* segue este tipo de manutenção corretiva (AIR SAFETY GROUP, 2009), e sua filosofia básica estabelece que certos componentes, instrumentos e acessórios somente devem ser substituídos caso não estejam funcionando corretamente, apresentem desgaste excessivo identificado mediante inspeções dimensionais periódicas e específicas, ou ainda caso ensaios detectem trincas. Ainda, em estruturas aeronáuticas, a concepção de projeto conhecida por *Fail Safe* (AIR SAFETY GROUP, 2009) permite uma manutenção corretiva, eficaz e oportuna, a ser realizada em épocas e condições mais favoráveis, como em grandes revisões, uma vez que a construção *Fail Safe* permite tolerâncias muito maiores para as rachaduras, clara vantagem prática em áreas comumente de difícil acesso.

A manutenção preventiva, no contexto geral, inclui todos os programas de gerência de manutenção acionados por tempo, como horas operacionais do item. O programa de manutenção preventiva mais adotado é elaborado visando à consecução de certos objetivos que são, fundamentalmente, os seguintes (AIR SAFETY GROUP, 2009):

- Assegurar condições permanentes de aeronavegabilidade dos aviões;
- Assegurar o máximo de disponibilidade; e
- Obter o menor custo possível na satisfação dos dois requisitos anteriores.

O sistema de manutenção abrange os aspectos de planejamento (programação de períodos e serviços de manutenção), execução (inclui a organização e envolve todos de trabalho de manutenção) e supervisão - onde em aviação pratica-se a dualidade executor/inspetor em cada serviço (AIR SAFETY GROUP, 2009). Para a execução do programa, a organização deverá prover pessoal capacitado a executar as operações programadas; instalações, equipamentos e ferramentas adequadas; peças sobressalentes

rastreáveis; supervisão (análise e controle) e atualização (reprogramação através da realimentação derivada da análise, por exemplo, de comunicações do tipo boletins de serviço emitidos pelo fabricante da aeronave ou motor).

4.2 OCORRÊNCIAS CAUSADAS POR FALHA DE MANUTENÇÃO

Adiante se faz uso de breves citações de alguns acidentes cujas causas apontadas pelos respectivos processos de investigação conduzidos pela *National Transportation Safety Board*, (NTSB), no período de 1995-2001 (UNITED STATES, 2009(b)) foram atribuídas a erros humanos na manutenção.

Na Figura 12, observa-se um acidente cuja causa relaciona-se com uma falha na detecção de uma trinca em inspeção de ensaio não destrutivo (END), cujo processo tem por finalidade a inspeção de materiais e equipamentos sem danificá-los, no seu controle de qualidade. Ressalta-se o fato de esta falha ter se manifestado somente após quatro anos, o que aponta que nem o voo de manutenção (o primeiro após a mesma) por si só pode garantir a confiabilidade da execução do serviço.

Accidents in which maintenance was cited as a cause by the National Transportation Safety Board, 1995-2001		
Source: National Transportation Safety Board, USA TODAY research by Alan Levin		
June 8, 1995	Hartsfield International Airport, Atlanta	ValuJet DC-9
<p>The right engine exploded as the jet accelerated for takeoff. The pilots stopped the jet and passengers evacuated. But shrapnel severed a fuel line and burning jet fuel engulfed the cabin. National Transportation Safety Board investigators traced the problem to a crack in an engine fan blade that should have been detectable during an engine overhaul four years earlier. The accident was blamed on the overseas maintenance facility that had done the work, Turk Hava Yollari.</p>		
Fatalities: 0		
Injuries: 1 serious, 6 minor		

Figura 12: Acidente devido à falha em inspeção em passado distante.

Nas Figura 13 e 14 também se destacam dois casos onde a deficiência de desempenho na inspeção não permitiu que se detectassem trincas preexistentes.

NTSB report on incident (NTSB web site)		
July 6, 1996	Pensacola, Fla.	Delta Airlines MD-80
<p>The jet's left engine exploded before takeoff. Metal pieces flew into the cabin and killed two passengers. Delta's maintenance inspectors missed the crack during an inspection, the NTSB ruled.</p>		
Fatalities: 2		
Injuries: 2 serious, 3 minor		

Figura 13: Acidente devido à falha em inspeção de END.

NTSB report on incident (NTSB web site)		
July 6, 1997	Albuquerque International Airport	Delta Airlines Boeing 727
The jet's right landing gear collapsed after landing. The NTSB found that maintenance inspections of the landing gear had been inadequate to spot preexisting damage.		
Fatalities: 0		
Injuries: 3 minor		

Figura 14: Acidente por falha de inspeção.

As Figura 15, 16, 17 e 18 ilustram diversas situações relacionadas a falhas na execução de manutenções preventiva e corretiva.

NTSB report on incident (NTSB web site)		
Aug. 31, 1998	John F. Kennedy International Airport, New York	DHL Airways Boeing 727
Shortly after takeoff an engine failed. During an emergency landing, the right landing gear broke. The NTSB found that the wrong grease had been used on an engine part. It also recommended that airlines conduct additional inspections of landing gear.		
Fatalities: 0		
Injuries: 0		
NTSB report on incident (NTSB web site)		
Feb. 16, 2000	Rancho Cordova, Calif.	Emery Worldwide DC-8
The cargo jet crashed shortly after takeoff while trying to return for an emergency landing. The pilots lost the ability to raise and lower the jet's nose because a part in the jet's tail had not been properly bolted on, the NTSB ruled.		
Fatalities: 3		
Injuries: 0		

Figura 15: Acidentes por uso de material e intervenção inadequados na manutenção.

NTSB report on incident (NTSB web site)		
Aug. 8, 2000	Near Greensboro, N.C.	AirTran Airways DC-9
<p>An electrical part caught fire 4 minutes after takeoff. The cockpit filled with smoke so thick that the pilots could not see each other, but they managed to reach the airport. The NTSB traced the fire to an electrical component that had been improperly repaired by Turkish Airlines, the jet's previous owner.</p>		
Fatalities: 0		
Injuries: 5 minor		

Figura 16: Acidente por reparo inadequado de material na execução na manutenção.

NTSB report on incident (NTSB web site)		
Aug. 26, 2003	Nantucket Sound, off Cape Cod, Mass.	Colgan Air Beech 1900D
<p>The plane, on its first flight after maintenance work, crashed as the pilots attempted to return for an emergency landing. No passengers were aboard because the pilots were planning to move the plane to Albany for the first flight of the day. A major focus of the investigation is whether the maintenance on a component that raises and lowers the plane's nose could have been done improperly. One of the pilots radioed a cryptic emergency message that suggests they had problems with the same system.</p>		
Fatalities: 2		
Injuries: 0		

Figura 17: Acidente imediato à manutenção devido a sua falha.

NTSB report on incident (NTSB web site)		
Nov. 1, 1998	Hartsfield International Airport, Atlanta	AirTran Airways Boeing 737
Mechanics trying to fix a leak instead disabled one of the jet's entire hydraulic systems, the NTSB said. Pilots discovered the problem shortly after takeoff and switched to a backup system. But the backup failed after landing and the jet skidded off the runway and stopped in a ditch.		
Fatalities: 0		
Injuries: 13 minor		

Figura 18: Acidente por execução improvisada em manutenção.

4.3 ESTUDO DE INFLUÊNCIAS EM INSPEÇÃO DE MANUTENÇÃO

Neste item discorre-se sobre um estudo que enfatiza a importância da confiabilidade nas inspeções de manutenção para segurança de aviação, que se inclui no contexto do CRM a medida que o efeito de longos e contínuos períodos de trabalho é uma ameaça que pode causar um decremento da vigilância e/ou fadiga nos inspetores. Isto pode levar à redução de desempenho na detecção visual de trincas e defeitos durante um END, o que requer sempre, além de capacitação e experiência, muita atenção e concentração.

O estudo, patrocinado pela FAA, trata sobre os efeitos de fadiga, do estado de vigilância e do ambiente em inspetores desempenhando END na modalidade líquido penetrante e/ou partículas magnéticas (COLIN, SARAN, SCHULTZ, 2004) - especificamente nessas modalidades de ensaio, conduzidos tipicamente sob condições de tarefas bastante repetitivas, os defeitos e trincas são revelados através de soluções fluorescentes diante de uma luz negra em ambiente escuro ou de pouca luminosidade:

Pesquisadores na Universidade de Buffalo - EUA conduzem um experimento para comprovar a existência desse fenômeno durante a execução de ensaios largamente adotados. Em termos gerais, 80 inspetores locais experientes são instruídos a inspecionar dezenas de imagens de palhetas de turbinas e de compressores, muito semelhantes entre si, pela modalidade de END por líquido penetrante. Um programa de computador especialmente desenvolvido e validado é usado para medir as probabilidades de detecção de variados tipos de trincas existentes e de falsos alarmes, além de registrar o tempo utilizado para inspecionar cada item. Um grupo de tarefas é executado durante o dia e outro durante a noite, com e sem intervalos para descanso. A carga de trabalho mental e a sonolência dos inspetores também são acompanhadas.

O resultado aponta significantes diferenças individuais e suas interações com cada variável, de forma que, por exemplo, fica claro que nem todos os inspetores podem trabalhar em horário noturno. Ficaram evidenciadas razoáveis deficiências na detecção de defeitos, como uma redução do estado de vigilância. Observa-se ainda neste estudo que, após duas horas de trabalho contínuo, os alarmes falsos e o tempo decorrido em cada tarefa aumentam (COLIN, SARAN, SCHULTZ, 2004).

Estas observações, que sob a ótica do CRM são investigadas nas áreas da consciência situacional e automação, alertam como as diferenças individuais dificultam a criação de procedimentos de segurança mais abrangentes, exigindo análises mais individualizadas que podem ter implicações práticas nos ajustes de luminosidade de condução dessas inspeções, como também em recomendações detalhadas para reduzir os efeitos de fadiga em tarefas repetitivas como um todo, o que pode ter propiciado, inclusive, às falhas apontadas nas Figuras 13 e 14.

4.4 ANÁLISE DE VULNERABILIDADES NA MANUTENÇÃO

Analisar a vulnerabilidade de um sistema de manutenção pode vir a impedir um dos elos indispensáveis da cadeia de eventos que conduzem a um acidente (AIR SAFETY GROUP, 2009). Mas a análise possivelmente mais fecunda em resultados é a análise do “quase-acidente”, classificado como incidente. Esse incidente é a ocorrência que poderia conduzir a um acidente se não faltasse o último elo indispensável da cadeia de eventos.

Observa-se ainda que mesmo o sistema de manutenção estabelecendo uma programação correta, sua execução pode ser feita com imperfeição. Esse, aliás, é o caso mais freqüente. Como ferramenta de exemplificação do discorrido acima, expõem-se no Apêndice C duas situações que permitem examinar o fator humano criando uma vulnerabilidade no sistema de manutenção na fase de execução e provocando dois incidentes, cujos desvios na consciência situacional e na comunicação são ameaças à segurança da aviação.

5 AUTOMATISMO E CRM: CERTIFICAÇÃO DE *SOFTWARE* EMBARCADO

Em um primeiro contexto, percebe-se um incremento acelerado na década de 1980 do uso de *software* embarcados em aeronaves, mais especificamente em sistemas eletrônicos e na integração dos diversos sistemas da aeronave e na automação dos controles dos motores. Assim surge a preocupação das autoridades para que, como qualquer dispositivo ou equipamento que será embarcado em aeronaves, o desenvolver de *software* demonstre que a confiabilidade do sistema é compatível com os níveis de segurança que a aviação exige, que seja desenvolvido um modelo de certificação para os mesmos.

Por outro lado, as aeronaves com maior nível de integração e automatismo, e conseqüentemente um maior auxílio aos tripulantes, reduzindo a carga de trabalho e

umentando a consciência situacional, apresenta um novo desafio ao treinamento dos pilotos quanto a novos paradigmas da pilotagem e de fatores humanos.

O presente capítulo se faz necessário à medida que demonstra as diferenças e a importância dos processos de desenvolvimento de *software* na certificação de produtos aeronáuticos, bem como tenta mostrar que os sistemas automatizados por *software* apresentam novos desafios e ameaças a partir do elevado nível de integrações e o automatismo dos projetos atuais, criando novo foco e novas demandas que envolvem o treinamento em CRM.

Para que o treinamento em CRM se desenvolva e atinja seu foco, o de proporcionar recursos para gerenciamento nas operações é necessário que se tenha em mente algumas das preconizações da IAC 060 1002-A. De acordo com esta, a introdução da automação na operacionalidade muda a natureza das ações, levando o operador a desenvolver habilidades como a abstração e atenção distribuída (IAC 060 1002-A, 2005). Essas habilidades além de levar em consideração a consciência e o alerta situacional, devem também incluir a assertividade e o acompanhamento nas atividades de gerenciamento. Em contrapartida, tal atividade pode levar a monotonia e a credibilidade demasiada no sistema, o que implica na redução de atenção ou ainda sobrecarga mental, diminuindo a capacidade de gerenciamento.

5.1 CERTIFICAÇÃO DE SOFTWARE

O Código Brasileiro de Aeronáutica (Lei no. 7565, de 19 de dezembro de 1986) estabelece que o Brasil deve cumprir os tratados internacionais, entre os quais está a Convenção de Chicago de 1944, que criou a ICAO (Brasil, 2009). Essa convenção, assinada por mais de 180 países, estabelece normas e recomendações por meio de seus Anexos, com a finalidade de desenvolver a Aviação Civil mundial dentro de princípios econômicos, de igualdade de oportunidades e de requisitos de segurança de vôo. Assim, para estar de acordo

com esses requisitos, o País adotou um sistema de Segurança de Vôo no qual a atividade de certificação de projeto aeronáutico é uma de suas funções básicas. O Órgão Certificador é a autoridade competente para: no caso de empresa, certificar que ela tem capacidade para executar os serviços e operações a que se propõe, de acordo com os requisitos estabelecidos pela mesma autoridade; ou no caso de produto aeronáutico, certificar que ele está em conformidade com os requisitos estabelecidos pela mesma autoridade (Brasil, 2006).

A ANAC, como autoridade de aviação civil brasileira, estabelece que a Gerência Geral de Certificação de Produtos Aeronáuticos (GGCP) é a responsável pelas atividades de certificação no Brasil, nos aspectos de aprovação de projeto e de produção de produtos aeronáuticos para a Aviação Civil, além da manutenção da Aeronavegabilidade Continuada desses produtos.

Existem, porém duas definições para produto aeronáutico: para o RBHA 21, a palavra "produto" significa uma aeronave, um motor ou uma hélice. Adicionalmente, para os propósitos das subpartes "A", "K", "L" e "O" deste regulamento, ela inclui componentes e partes de aeronaves, motores e hélices, peças, materiais, processos e dispositivos (Brasil, 2008(b)). Já no RBHA 01, seção 01.43, Produto Aeronáutico é uma aeronave, um motor, uma hélice e seus componentes e partes. Inclui ainda qualquer instrumento, mecanismo, peça, aparelho, pertence, acessório e equipamento de comunicação, desde que sejam usados ou que se pretenda usar na operação e no controle de uma aeronave em vôo e que sejam instalados ou fixados à aeronave. Inclui, finalmente, materiais e processos usados na fabricação de todos os itens acima (Brasil, 2008(a)).

A Lei n.º 9.609 de 19 de fevereiro de 1998, no seu Art. 1º, descreve programa de computador (*software*) como a expressão de um conjunto organizado de instruções em linguagem natural ou codificada, contida em suporte físico de qualquer natureza, de emprego necessário em máquinas automáticas de tratamento da informação, dispositivos, instrumentos

ou equipamentos periféricos, baseados em técnica digital ou análoga, para fazê-los funcionar de modo e para fins determinados (BRASIL, 1998).

Diferentemente dos sistemas-eletrônicos, mecânicos, etc., o *software* embarcado não se adéqua, especificamente, na categoria de produto aeronáutico tendo, portanto um tratamento diferenciado para sua certificação, por não se enquadrar em um requisito como os inseridos nos RBHA/FAR 23, 25, 27, 29 e 33.

Existem algumas normas que tratam do assunto *software* separadamente, são elas:

- RTCA DO-178B *Software Considerations in Airborne Systems and Equipment Certification*;
- RTCA DO 200A – *Standards for Processing Aeronautical Data*;
- RTCA DO 254 – *Design Assurance Guidance for Airborne Electronic Hardware*;
- RTCA DO 255 – *Requirements Specification for Avionics Computer Resource (ACR)*;
- SAE ARP 4754 – *Certification Considerations for Highly Integrated or Complex Aircraft System*;
- FAA 8110 4B - *Type Certification*;
- FAA Order 8110 49 – *Software Approval Guidelines*;
- FAR/RBHA 25 – 1309 – *Equipment Systems and Installation*;

Para DOWNING (2002), em um mundo perfeito, as agências responsáveis por protegerem a vida humana deveriam ter organizado um encontro e terem desenvolvido um padrão de segurança para *software* que atenderia a todas as indústrias. Mas como este permanece um mundo imperfeito, múltiplas agências criaram múltiplos padrões para diferentes ambientes de *software*.

Neste contexto surge a RTCA (*Radio Technical Commission for Aeronautics*), que mesmo não sendo uma agência governamental, possui muitos de seus parâmetros aceitos como padrão essencial pela FAA, JAA, EASA, ANAC e outras agências de certificação. O mais rigoroso destes “*standards*” é o RTCA/DO-178B. Este trabalho será focado no RTCA/DO-178B.

5.2 RTCA/DO-178B

O documento RTCA/DO-178B, intitulado *Software Considerations in Airborne Systems and Equipment Certification*, foi desenvolvido para a indústria de aviônicos para estabelecer considerações para o pessoal de desenvolvimento, de instalação, e usuários, quando os desenhos dos equipamentos da aeronave são implementados usando técnicas de microcomputadores. Este documento determina verificações, validação, documentação e gerenciamento de configuração de *software* e disciplina a garantia da qualidade a ser usada em sistemas de microcomputador (FAA, 1993).

Em particular, este documento fornece orientações para a qualificação de ferramentas de *software*, reutilização de *software* desenvolvidos anteriormente, para *software* modificáveis pelo usuário, carregamento de dados a bordo, métodos formais, múltiplas versões desiguais do *software*, histórico do produto e serviço. A DO-178B é uma atualização da DO-178A, publicado em 1985, aí dá para se ter uma idéia dos significativos avanços na aplicação de processamento digital alcançados em tão pouco tempo (DOWNING, 2002).

A FAA *Advisory Circular* 20-115B, de 1993, reconhece a DO-178B como meio aceitável de certificação de todo *software* novo para a aviação (FAA, 1993). A DO-178B é também reconhecido similarmente pelo EUROCAE na Europa e pela ANAC no Brasil.

Note que os projetos desenvolvidos com base na DO-178B deverão ser certificados como um sistema, e não como um componente autônomo. A FAA está fazendo grandes

progressos neste domínio, com a publicação da CI 8.110,97, que define diretrizes para *Designated Engineering Representatives* (DER) para a aprovação de um *software* que é reutilizado de projetos anteriores da DO-178B. Isto pode permitir projetos bem gerenciados para a reutilização de *software* binários sob circunstâncias controladas.

Para acomodar diferentes ambientes de criticidade na DO-178B, foram criados cinco níveis de *software* (A, B, C, D, E), conforme apresentado na Tabela 1, que são baseados no seu potencial para causar falhas, identificadas e relacionadas com a segurança no sistema.

<i>Level</i>	<i>Safety Impact</i>
<i>Level A</i>	<i>Software whose failure would cause or contribute to a catastrophic failure of the aircraft.</i>
<i>Level B</i>	<i>Software whose failure would cause or contribute to a hazardous/severe failure condition.</i>
<i>Level C</i>	<i>Software whose failure would cause or contribute to a major failure condition.</i>
<i>Level D</i>	<i>Software whose failure would cause or contribute to a minor failure condition.</i>
<i>Level E</i>	<i>Software whose failure would have no effect on the aircraft or on pilot workload.</i>

Tabela 1 Nível de Segurança. (DOWNING, 2002).

O nível de criticidade requerido, *Design Assurance Level* (DAL), é determinado a partir de um processo de avaliação e análise da segurança e dos riscos envolvidos, examinando os efeitos de uma condição de falha no sistema. As condições de falha são categorizadas por seus efeitos sobre a aeronave, tripulação e passageiros como segue:

1. *Level A Catastrophic* – A falha pode causar um acidente catastrófico;

2. *Level B Hazardous* - A falha tem um grande impacto negativo sobre a segurança ou desempenho, ou reduz a capacidade da tripulação para operar o avião devido ao sofrimento físico ou uma maior carga de trabalho, ou causar ferimentos graves ou fatais entre os passageiros;
3. *Level C Major* – A falha é significativa, mas tem um menor impacto do que uma falha perigosa (por exemplo, provoca desconforto aos passageiros, em vez de lesões);
4. *Level D Minor* – A falha é perceptível, mas tem um menor impacto do que uma falha “Major” (por exemplo, causando transtornos a passageiros ou mudança da rotina de um plano de vôo); e
5. *Level E No Effect* - Não tem nenhum impacto sobre a segurança, tripulação ou carga de trabalho.

O nível do *software* é, portanto, diretamente relacionado ao nível de esforço necessário para satisfazer exigências de certificação DO-178B; assim, para o Nível A, o nível mais crítico, a certificação exige o mais rigoroso esforço para se provar a confiabilidade do *software*.

A certificação para um nível superior automaticamente abrange a exigência de nível inferior, mas, obviamente, o inverso não é verdadeiro.

Os *software* certificados no nível A podem ser utilizados em qualquer aplicação de aviônico (DOWNING, 2002).

5.3 FLUXO DE CERTIFICAÇÃO DE SOFTWARE

Segundo descreve RIERSON (1998) O FAA vê a parceria da indústria com o órgão certificador uma “Boa Prática” para aprimorar o processo de certificação, gerando assim, benefícios comuns na redução de tempo, custos e carga de trabalho.

Como no processo de certificação de produto aeronáutico, a certificação de *software*, no Brasil, segue um fluxo padronizado como segue na Figura 19:

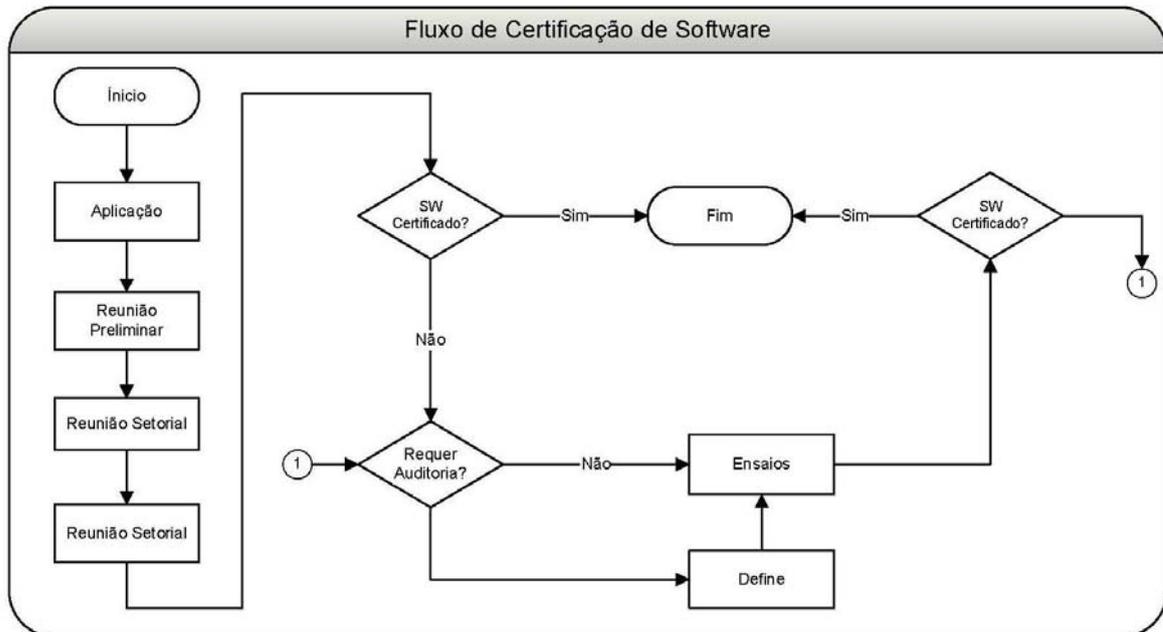


Figura 19: Fluxo de certificação de software (CURY, 2004).

5.4 AERONAVES VERSUS SOFTWARE

O aparecimento de novas tecnologias nas últimas décadas e o uso do *software* permitiram o aparecimento de novos aviônicos e uma integração das informações para os pilotos, proporcionando o aparecimento das denominadas *Technologically Advanced Aircraft* (TAA) na Aviação Geral.

Segundo a *Aviation Owners and Pilot Association* (AOPA), as TAA são aeronaves equipadas com uma nova geração de aviônicos e usam toda vantagem do poder dos computadores e modernos auxílios de navegação para ampliar a consciência situacional dos pilotos, a redundância de sistemas e a confiabilidade dos equipamentos, além do aumento das informações no *cockpit* sobre tráfegos, meteorologia, espaço aéreo e relevo. A FAA declara

que uma aeronave TAA deve ser equipada com no mínimo um *moving-map display*, um navegador GPS aprovado para IFR e um piloto automático. Ou seja, praticamente todos os novos aviões são do tipo TAA (AIR SAFETY FOUNDATION, 2004).

O surpreendente é que as novas aeronaves TAA, comparada com o restante da frota da aviação geral, vem apresentando um aumento dos acidentes nas fases de pouso, arremetida e em condições meteorológicas adversas, quando comparado ao restante da aviação geral, segundo estudo preliminar recente (AOPA, 2007). Especula-se que o problema esteja no processo de programação dos *Flight Management System* (FMS), pois o mesmo também é inerente a falhas, e este processo toma tempo e pode distrair os tripulantes em fases críticas do voo. Normalmente os sistemas automatizados não cometem erros por si só. O fato de o controlador ditar uma autorização para o piloto e este a entender e programá-la no FMS, induz a uma grande possibilidade de erro (JANKOWISK, 2000).

A lógica pode ditar que um sistema automatizado bem desenhado deveria livrar os pilotos de algum trabalho dentro da cabine, com isso permitindo que os mesmos concentrem-se na vigilância de outros tráfegos. Um estudo feito em 1999 por Diane L. Damos, Richard S. John, e Elizabeth A. Lyall tende a discordar disso (JANKOWISK, 2000). Sistemas automatizados, na verdade, e possivelmente devido à sua complexidade, reduzem a quantidade de tempo que os pilotos gastam olhando para fora durante pousos. Argumenta-se que esse seja o momento mais importante para se estar olhando para fora, procurando por outros tráfegos. Esse *heads down time* é então maximizado toda vez que um sistema automatizado requer uma reprogramação (JANKOWISK, 2000). Podendo assim, paradoxalmente, reduzir o nível de consciência situacional dos tripulantes, e neste caso em particular o treinamento em CRM seria a chave para que o piloto perceba essas distrações e retome uma postura proativa. Outro estudo da *Flight Safety Foundation*, baseados em reportes da *Civil Aviation Authority* (CAA), constata que o aumento da dependência na automação por

parte dos pilotos está criando o risco da tripulação perder a habilidade requerida para reagir propriamente, tanto às falhas na automação, quanto a erros de programação ou à perda da consciência situacional. Os estudos concluem que o treinamento em automação permanece inadequado, pois não prepara os tripulantes de vôo adequadamente para monitorar as funções automáticas da aeronave em todas as situações previsíveis, ou para intervir em um processo automatizado (FLIGHT SAFETY FOUNDATION, 2005).

Expõe-se no apêndice D um caso de CFIT onde surge a perda de consciência situacional no uso de um sistema automatizado.

6 CONCLUSÕES

Durante os vinte anos de desenvolvimento da metodologia do CRM na aviação civil, sua evolução para a sexta geração com foco no gerenciamento do erro e da ameaça ocorreu em consequência de estudos e análises de acidentes, bem como dos fatores apresentados como causas dos mesmos.

O piloto é considerado o elo final de quase três quartos dos acidentes na aviação geral. Indubitavelmente, o futuro da segurança da aviação será focado em fatores humanos, visando o incremento da segurança, da qualidade e eficiência das operações de aeronaves pela redução do erro humano. Este fator abrange também o restante da tripulação, o programador do *software* embarcado, o controlador de tráfego aéreo, o engenheiro de vôo, o gerente e o mecânico de manutenção e todos os membros de uma organização envolvidos com a atividade aérea.

Acredita-se que a contribuição do fator humano como principal causa de acidentes poderá ser reduzida por meio da introdução do treinamento em CRM, fomentando a sensibilização das questões inerentes tanto aos aspectos individuais como também da organização, aliado à implantação de sistemas computacionais. Esforços para implantação deste treinamento de gerenciamento nas operações aéreas têm sido realizados pelas autoridades aeronáuticas, que no Brasil, sob interesse comum na segurança, já prevê, via legislação, o desenvolvimento de um treinamento em CRM contínuo em empresas aéreas, e táxis-aéreos e até para a aviação geral. Contudo, nesta última, o desenvolvimento de um CRM adaptado ao treinamento para operações com um piloto, por exemplo, enfatizando suas limitações de maneira a analisar melhor como maximizar seu desempenho durante o vôo, ainda não é priorizado como uma ferramenta de segurança.

Deve-se considerar, segundo o CRM: aspectos de consciência situacional, como limitações fisiológicas que influenciam o desempenho, e o efeito do meio-ambiente sobre a

eficiência dos técnicos; aspectos de liderança no trabalho em equipe incluindo interação humana e a comunicação bilateral; aspectos da interface homem-máquina em automação e suas implicações na consciência situacional, e sobre a qualidade de execução de tarefas; e aspectos da comunicação cuja deficiência tem relação direta com os fatores comportamentais e organizacionais que afetam o desempenho.

Para possibilitar a manutenção do cenário das últimas décadas de diminuição da quantidade de acidentes, promovida pelo aprimoramento da segurança, torna-se necessário: um posicionamento vigoroso do Estado, estabelecendo o seu arcabouço jurídico capaz de efetuar distinção entre erro e violação, e o desenvolvimento de uma estrutura de assessoria em cada organização, capaz de prover as informações jurídicas necessárias em paralelo à realização de investigações aeronáuticas onde os dados devem ser protegidos, sob um senso de justiça elaborado a bem do interesse público, e em conformidade com o preconizado no Anexo 13.

Portanto, a despeito da polêmica sob a óptica da segurança, uma cultura justa permite o estabelecimento de uma cultura da segurança alicerçada na disponibilidade de informações confidenciais e sem o caráter punitivo. Verifica-se que não há ganho associado à segurança quanto ao uso indevido dessas informações. Pelo contrário, a quantidade de informações disponibilizadas necessárias para a atividade de prevenção tende a diminuir, e ganha força a possibilidade do retrocesso nas operações submetidas a maiores riscos.

Na área de manutenção e inspeção aeronáutica, as organizações precisam considerar os fatores humanos como prevenção do incidente e acidente, de forma de caracterizar, identificar, analisar e melhorar fatores comportamentais, anatômicos, fisiológicos e organizacionais que afetam o desempenho e a produtividade de seus membros, a conservação do material, o conforto e a segurança no ambiente de trabalho. A implementação de programas que considerem esses fatores é um dos pontos importantes onde aperfeiçoamento

em *safety* pode ser feito em prol da segurança e da aeronavegabilidade continuada na indústria aeronáutica. Sob o ponto de vista da prevenção, as seguintes condições devem sempre ser evitadas por se constituírem em condições favoráveis ao aparecimento de um dos elos da cadeia de eventos condutoras do acidente:

- deficiência de comunicação entre os participantes de uma tarefa complexa (dificuldade de línguas, dificuldade de escrita, dificuldade de audição);

- excesso de confiança na memória, e relaxamento à consulta de manuais técnicos;

- excesso de camaradagem durante a realização da tarefa, gerando relaxamento de responsabilidade recíproca entre o executor e o respectivo inspetor, cuja dualidade é um dos alicerces de segurança amplamente adotados na manutenção em aviação;

- excesso de "boa vontade" para encontrar soluções através do improviso;

- mudança de equipes durante a execução de um mesmo serviço de manutenção;

- condições meteorológicas adversas, interferindo no trabalho dos responsáveis;

- perda de acuidade sensorial de mecânicos e inspetores, causada pela fadiga ou pela idade;

- introdução de novo tipo de aeronave na frota, com deslocamentos de equipes mais treinadas de um equipamento para outro;

- deficiências como a dificuldade de aquisição de sobressalentes, a ausência de programas de treinamento, o uso de equipamentos e de ferramentas inadequadas, etc;

- súbito e substancial aumento da utilização média de horas de voo de uma frota, decorrente da indisponibilidade crítica de aeronaves, quer por falta de sobressalentes, quer pela ocorrência de acidentes; e

- apronto, sob tensão, de aeronaves com partidas adiadas por motivos técnicos, bem como rotinas diárias com excesso de horas de voo para tripulações.

Quanto à utilização da automação como mecanismo de auxílio no controle e segurança de vôo, pode-se concluir que o uso ostensivo do *software* estará cada vez mais presente nas aeronaves, promovendo uma integração de sistemas, bem como elevando o nível do automatismo a bordo. As autoridades, sob interesse comum na segurança, demonstram sua preocupação quanto à manutenção da segurança dos mesmos e da aeronavegabilidade continuada, por meio de uma legislação rigorosa e em contínuo amadurecimento, criando algumas vezes até parcerias com a indústria aeronáutica.

Com a chegada das TAA à Aviação Geral, fica evidente que estes pilotos devem passar pelo treinamento em CRM, antes obrigatório somente aos pilotos de linhas comerciais, para que as tripulações possam acompanhar a evolução deste novo cenário que se apresenta, estando capacitadas a perceber as novas ameaças que surgem.

É de extrema importância que o treinamento em CRM esteja alinhado às possíveis ameaças e benefícios da sistematização que os *software* proporcionam às operações. Desse modo, o treinamento voltado para o desenvolvimento das habilidades exigidas durante as operações poderão, além de prevenir possíveis acontecimentos, auxiliar o operador nas suas dificuldades perante a operacionalidade sistematizada gerando qualidade de vida, de trabalho e segurança.

Por não ser o escopo deste trabalho, não foi feito um levantamento demonstrativo do retorno financeiro do investimento, quantificando impactos e benefícios econômicos da implementação da metodologia de CRM em uma grande empresa de transporte aéreo.

De acordo com o foco definido no trabalho, observou-se, contudo, a efetividade da implantação do CRM na conscientização da segurança de vôo no inter-relacionamento de todos os envolvidos na atividade aérea, através dos resultados provenientes de redução de acidentes e incidentes. Duas perguntas, então, servem de reflexão e sugestão para futuros trabalhos: (1) Como implantar uma cultura de segurança de vôo que seja parte da rotina de todos? (2) Qual o ganho obtido com a utilização indevida das informações e de seu emprego indiscriminado pela imprensa?

7 REFERÊNCIAS

AIR SAFETY GROUP. **A manutenção e a prevenção de acidentes aeronáuticos.**

Disponível em: <<http://www.segurancadevoo.com.br/show.php?not=30&titulo=14>>. Acesso em: 21 abr. 2009.

AIR SAFETY FOUNDATION. Aviation owners and pilot association. **Technologically advanced aircraft: safety and training**, special report. 2004. Disponível em:

<<http://www.aopa.org/asf/publications/topics/TAA2007.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2009.

SIMPÓSIO DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS DE EQUIPES: Corporate Resource Management – CRM, 2004, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Brasília, DF: ANAC, 2004. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/arquivos/pdf/CRM-Sitese.pdf>>. Acesso em: 10 Jul. 2009.

BRASIL. Agencia Nacional de Aviação Civil. **Perguntas frequentes**, 10 de outubro 2006. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/certificacao/Diversos/FAQ.asp>>. Acesso em: 15 maio 2009.

BRASIL. Agencia Nacional de Aviação Civil. **RBHA 01**: definições, regras de redação e unidades de medida. Brasília, DF, 2008(a). Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/biblioteca/rbha.asp>>. Acesso em: 21 abr. 2009c.

BRASIL. Agencia Nacional de Aviação Civil. **RBHA 21**: definições, regras de redação e unidades de medida. Brasília, DF, 2008(b). Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/biblioteca/rbha.asp>>. Acesso em: 21 abr. 2009c.

BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil. **RBHA 135**: Requisitos operacionais: operações complementares e por demanda. Brasília, DF, 2008(c). Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/biblioteca/rbha.asp>>. Acesso em: 21 nov. 2009.

BRASIL. Agencia Nacional de Aviação Civil. Gerencia Geral de Certificação de Produtos Aeronáuticos. **Solicitação de serviços de homologação**, 08 de fevereiro de 2008(d). Disponível em:<<http://www.anac.gov.br/certificacao/CI/Textos/CI-21-001C-P.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2009.

BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil. **A Segurança de voo no sistema de aviação civil**. 2009. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/segVoo/historico.asp>>. Acesso em: 4 maio 2009.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Aviação Civil. **IAC 060-1002A**: treinamento em gerenciamento de recursos de equipes (Corporate Resource Management – CRM). Brasília, DF, 2005.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Estado-Maior da Aeronáutica. **NSCA 3-2**: estrutura e atribuições dos elementos constitutivos do SIPAER. Brasília, DF, 2008(e).

Disponível em:<<http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/paginas/normas.php>>. Acesso em: 21 nov. 2009.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Estado-Maior da Aeronáutica. **NSCA 3-3**: normas de sistema do Comando da Aeronáutica 3-3, gestão da segurança operacional. Brasília, DF.

2008(f). Disponível em:< <http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/paginas/normas.php>>. Acesso em: 21 nov. 2009.

BRASIL. Decreto-Lei nº 9.609, de 19 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre a proteção da propriedade intelectual de programa de computador, sua comercialização no País, e da outras providencias. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, Brasília, DF, 20 fev. 1998. Seção 1, p.1-3.

BRASIL. Lei nº 7.183, de 05 de Abril de 1984. Dispõe sobre o exercício da profissão de aeronauta e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, Brasília, DF, 06 abr. 1984. Seção 1, p. 4969.

BURIN, James M. **The protection of the sources of safety information**. Gold Coast: International Society of Air Safety Investigators, 2004.

BURIN, Jim. **The challenge of balancing safety, the law and the public interest**. [S.l.]: ICAO, 2007.

COLIN, G. Drury; SARAN, Monique; SCHULTZ, John L. **Fatigue and aircraft inspection 1: model and simulation**. Buffalo: University at Buffalo, 2004. Disponível em:

<<http://www2.hf.faa.gov/docs/508/docs/maintFY04Fatiguerpt.pdf>>. Acesso em: 21 abril 2009.

COSTA, Marcus Antônio Araújo da. **Filosofia do SIPAER**: curso de extensão em psicologia aplicada à aviação. [S.l.]: Comando da Aeronáutica. Instituto de Psicologia da Aeronáutica, 2000.

CURY, Edson. Certificação de software embarcado, experiência brasileira. In: Safety Workshop, 2., 2004, São José dos Campos. **Anais...** São Jose dos Campos: Instituto de Fomento e Coordenação Industrial, 2004.

DARBY, Rick. **Indispensable CRM**. [S.l.]: Flight Safety Foundation. Aero Safety World, 2006.

DOWNING Chip. **A primer on software safety certification**. 2002. Disponível em: <http://www.validatedsoftware.com/resources/Cert_Primer.pdf>. Acesso em: 12 maio 2009.

FLIGHT SAFETY FOUNDATION. **Increased reliance on automation may weaken pilots' skills for managing system failures**. [S.l.], 2005.

FREUD, Anna. **O ego e os mecanismos de defesa**, Porto Alegre: Artmed, 2006.

GLOBAL AIR TRAINING. **Maintenance Human Factors**. Disponível em: <<http://www.globalairtraining.com/maintenance%20human%20factors%20instructor.htm>> Acesso em: 13 abr 2009.

HELMREICH, Robert L.; KLINECT, James R.; WILHELM, John A. Models of threat, error, and CRM in flight operations. In: International Symposium On Aviation Psychology, 10., 1999, Columbus. **Proceeding...** [S.l.]: AAP, 1999. p. 667-682.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Aircraft accident and incident investigation**: annex 13 to the convention of international civil aviation. 9.ed. [S.l.], 2001.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Flight safety and human factors programme aircraft**. Disponível em: <<http://www.icao.int/ANB/humanfactors/>>. Acesso em: 15 Setembro 2009.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. Circular 234-AN/142: **Operational implications of automation in advanced technology flight decks**. Montreal, 1992.

JANKOWSKI, Jeremy Ryan. **The downsides of automation: staying alive in modern aviation**, 2000. Disponível em: <<http://jeremyjankowski.com/pdf/automation.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2009.

MAGALHÃES, F & COELHO, E. **Aspectos psicológicos na segurança de vôo**. SIPAER. São Paulo, n 75, p22,2001.

MAGALHÃES, Flávia Gonçalves; BARRETO, Márcia Regina Molinari. **Modelos de análise de fatores humanos**. Comando da Aeronáutica. Estado Maior da Aeronáutica. Instituto de Psicologia da Aeronáutica, 2002.

REASON, J.; HOBBS, A. **Managing maintenance error: a practical guide**. [S.l.]: Ashgate, 2003. 183 p.

REASON, James. **Human error**. 19. ed. Cambridge: University Press, 1990. 316p.

RIERSON, Leanna K. **Partnering to improve the software approval process for aircraft certification**. Federal Aviation Administration, Washington, DC., 1998. Disponível em: <http://www.faa.gov/aircraft/air_cert/design_approvals/air_software/media/partnering.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2009.

SAFETY WORKING GROUP. **Safety culture improvement resource guide**. Washington, DC. July, 2008. Disponível em: <http://www.jpdo.gov/library/InformationPapers/Safety_JPDO_SC1G_v1.0.pdf>. Acesso em: 2 maio 2009.

UNITED STATES. National Transportation Safety Board. **General Aviations accidents involving visual flight rules flight into instrumental meteorological conditions**. Washington, DC., 1989.

UNITED STATES. Federal Aviation Administration. **Advisory Circular nº 20-115C: RTCA/DO-178B**. 1993. Disponível em: <[http://rgl.faa.gov/Regulatory_and_Guidance_Library/rgAdvisoryCircular.nsf/0/dcdb1d2031b19791862569ae007833e7/\\$FILE/AC20-115B.pdf](http://rgl.faa.gov/Regulatory_and_Guidance_Library/rgAdvisoryCircular.nsf/0/dcdb1d2031b19791862569ae007833e7/$FILE/AC20-115B.pdf)>. Acesso em: 21 nov 2009.

UNITED STATES. Federal Aviation Administration. **Advisory Circular nº 120-51E: Crew Resource Management Training**. 2004. Disponível em: <http://www.airweb.faa.gov/Regulatory_and_Guidance_Library/rgAdvisoryCircular.nsf/0/80038CF51AA CE53686256E24005CBB23?OpenDocument&Highlight=120-51e>. Acesso em: 21 nov 2009.

UNITED STATES, Federal Aviation Administration. **FAA`s maintenance human factors website**. 2009(a). Disponível em: < <http://hfskyway.faa.gov/HFSkyway/index.aspx> >. Acesso em: 10 abr. 2009.

UNITED STATES, Federal Aviation Administration. **Accidents caused by maintenance.** 2009(b). Disponível em: < http://hfskyway.faa.gov/%28A%28hFTjir8LygEkAAAAZjE4NjYzOTctZWVhMC00OTZjLThkMGMtNjRiYjQ0NDAYZDU5Sb3cdbaBhMgMw_6HYKd_hkR3bmM1%29%29/HFSkyway/Media/Accidents%20caused.pdf >. Acesso em: 10 abr. 2009.

WERFELMAN, Linda. **Deterring criminalization.** Aerosafetyworld: Flight Safety Foundation, 2008.

WRIGHT, Peter; KROLL Mark J.; PARNELL, John. **Administração estratégica:** conceitos. São Paulo: Atlas, 2000. 442p.

APÊNDICE A: ESTUDO DE CASO

O resultado de pesquisas levantadas de investigações de incidentes e acidentes aeronáuticos apresentou a importância e necessidade de haver programas de treinamento em fatores humanos com o intuito de implementar melhorias na coordenação de gerenciamento de todas as pessoas envolvidas direta e indiretamente nas operações de vôo. O caso a seguir apresenta o Relatório Final emitido pelo CENIPA que relata o Acidente com o Grupo Mamonas Assassinas, os fatores contribuintes e as recomendações de segurança de vôo.

ACIDENTE COM O GRUPO MAMONAS ASSASSINAS

Uma operação equivocada do piloto é a versão do DAC para explicar o acidente com o jatinho que causou a morte dos cinco integrantes do grupo Mamonas Assassinas, no fim da noite de sábado, no dia 02 de março de 1996, em São Paulo. A dez quilômetros do Aeroporto de Cumbica, em Guarulhos, o piloto repetia, a pedido da torre de controle, o procedimento de aterrissagem. No entanto, em vez de fazer uma curva para a direita, virou o avião Learjet 25, PT-LSD, para a esquerda, chocando-se com a Serra da Cantareira às 23:16. Além dos componentes da banda também morreram no acidente o piloto, o co-piloto e dois assistentes dos artistas.

Histórico do Acidente

Em 02 de Março de 1996, a aeronave PT-LSD, Learjet 25D, havia sido fretada com a finalidade de efetuar o transporte de um grupo musical. No dia 01 de março de 1996, foi realizado um vôo de Caxias do Sul para Piracicaba, posando às 15:45P. No dia seguinte, com a mesma tripulação e sete passageiros, decolou de Piracicaba, às 07:10P, com destino a

Guarulhos, onde pousou às 07:36P. A tripulação permaneceu nas instalações do aeroporto, onde, às 11:02P, apresentou um plano de vôo para Brasília, estimando a decolagem para as 15:00P. Após duas mensagens de atraso, decolaram às 16:41P. O pouso em Brasília ocorreu às 17:52 P A decolagem de Brasília, de regresso a Guarulhos, ocorreu às 21:58P. O vôo, no nível (FL) 410, transcorreu sem anormalidades. Na descida, cruzando o FL 230, o PT-LSD chamou o Controle São Paulo (APP-SP), de quem passou a receber vetoração radar para a aproximação final do procedimento Charlie 2, ILS da pista 09 R do Aeroporto de Guarulhos (SBGR). A aeronave apresentou tendência de deriva à esquerda, o que obrigou o Controle São Paulo a determinar novas proas para possibilitar a interceptação do localizador. A interceptação ocorreu no bloqueio do marcador externo e fora dos parâmetros de uma aproximação estabilizada. Sem estabilizar na aproximação final, a aeronave prosseguiu até atingir um ponto desviado lateralmente para a esquerda da pista, com velocidade de 205Kt e a 800 pés acima do terreno, quando arremeteu.

A arremetida foi executada em contato com a torre, tendo a aeronave informado que estava em condições visuais e em curva pela esquerda, para interceptar a perna do vento. A torre orientou a aeronave para informar ingressando na perna do vento no setor sul. A aeronave informou “setor norte”.

Na perna do vento, a aeronave confirmou à Torre estar em condições visuais. Após algumas chamadas da Torre, a aeronave respondeu e foi orientada a retornar ao contato com o APP-SP para coordenação do seu tráfego com outros dois tráfegos em aproximação IFR. O PT-LSD chamou o APP-SP, o qual solicitou informar suas condições no setor. O PT-LSD confirmou estar visual no setor e solicitou “perna base alongando”, sendo então orientado a manter a perna do vento, aguardando a passagem de outra aeronave em aproximação por instrumento. No prolongamento da perna do vento, no setor Norte, às 23:16P, o PT-LSD

chocou-se com obstáculos a 3.300pés, no ponto de coordenadas 23°25'S/ 046°35'W. Em consequência do impacto, a aeronave foi destruída e todos os ocupantes faleceram no local.

Aspecto Fisiológico (Fator Humano)

As falhas verificadas no desempenho dos tripulantes evidenciaram cansaço resultante da longa jornada, de dezesseis horas e trinta minutos, sem repouso, levando-os a um comportamento típico de fadiga física.

Aspecto Psicológico - (Fator Humano)

O temperamento persistente do Comandante, a preservação da sua auto-imagem e a carência de potencial nos revelaram uma personalidade ansiosa e rígida.

As atitudes e excesso de autoconfiança e necessidade de afirmação, indevidamente irracionais, prejudicam o desempenho, principalmente em situações não rotineiras e que envolvem risco; no caso, com o aumento de tensão e configuração de um estresse situacional. A dinâmica afetiva estava presente, principalmente, pelo papel social que o Comandante sempre procurou exercer de chefe de equipamento, de excelente piloto, de administrador e de preposto da operadora.

O co-piloto exibiu um controle racional adequado e comportamento retraído. Diante do nível operacional exibido pelo Comandante, deixou de assessorá-lo adequadamente e corrigi-lo, como elemento de segurança da tripulação.

A fadiga física agravou os níveis de estresse situacional e motivou as falhas verificadas.

Deficiente Instrução (Aspecto Operacional)

Durante as fases de instrução e treinamento do Comandante e do co-piloto, houve lacunas que contribuíram para o baixo nível de desempenho encontrado nos momentos críticos do voo. Tais deficiências podem ser conseqüências da inexistência de um Programa de Treinamento aprovado pelo DAC.

Pouca experiência de Voo na Aeronave (Aspecto Operacional)

A pouca experiência de voo do co-piloto contribuiu, através de um deficiente assessoramento e de sua inadequada fraseologia.

Deficiente Supervisão (Aspecto Operacional)

Caracterizada pela ausência de uma supervisão mais próxima, visando assegurar aos tripulantes as condições e parâmetros preconizados pela legislação vigente, principalmente, no que diz respeito à Lei do Aeronauta (BRASIL, 1984), assim como à não existência de pessoal credenciado no trato dos assuntos afetos à segurança de voo, à inexistência de um Programa de Treinamento com previsto no RBHA 135(BRASIL.2008(c)), e da inadequada composição da tripulação.

Deficiente Coordenação de Cabine (Aspecto Operacional)

A não configuração da aeronave para as fases de aproximação e de pouso, e as atitudes tomadas pela tripulação, com acúmulo de tarefas e pequenos deslizes, relegando tarefas

essenciais a um plano secundário, denotam que a coordenação de cabine não estava à altura das exigências de desempenho de voo.

Influência do Meio Ambiente (Aspecto Operacional)

A região sobrevoada pela aeronave apresentava circunstâncias ambientais limitadoras de visibilidade, porquanto se trata de área de baixa densidade demográfica, quase sem iluminação, em uma noite escura e com cobertura de nuvens.

A probabilidade da presença de um dos passageiros, entre os pilotos, na cabine, o que poderia ter causado uma interferência, que, de certo modo, poderia provocar o crescente número de falhas e discrepâncias observadas, tais como: a não estabilização na final do procedimento de descida; os retardos nas respostas às comunicações do APP SP; e, inclusive, a arremetida no ar.

Deficiente Planejamento (Aspecto Operacional)

Ditado por uma falha de preparação para realizar a aproximação e pouso, bem como para uma possível arremetida. A aproximação perdida é indício de insuficiente planejamento de descida. As falhas observadas após a arremetida são indícios de falta de planejamento para essa fase em voo visual.

Também está presente, embora não contribuinte, nas viagens que antecederam ao voo do acidente. As missões sempre findavam por serem realizadas diferentemente da forma que eram planejadas.

Recomendações de Segurança de Vôo Emitidas após o Acidente

Em decorrência deste acidente, algumas recomendações de segurança de vôo foram levantadas após a conclusão de suas causas. Dentre elas verificou-se a necessidade da Madri Táxi Aéreo e empresas congêneres realizarem o planejamento de seus vôos em conformidade com a Lei 7.183/84, assim como pelo que preceitua o RBHA 135, além da aplicação de uma correta higiene do trabalho considerando as limitações físicas de suas tripulações.

Além disso, verificou-se a necessidade de elaboração e implantação de um Programa de Treinamento em CRM, atendendo os requisitos previstos no RBHA 135 com o intuito de assegurar aos tripulantes um alto nível de operacionalidade e segurança de vôo e de um Programa de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos, conforme previsto na Norma de Sistema do Ministério da Aeronáutica - NSCA 3-3, no item 3.3.6 do seu Capítulo 3(BRASIL, 2008(f)).

Outras medidas também foram recomendadas para implementação na empresa: a criação de uma estrutura organizacional, com um setor exclusivo aos tratos dos assuntos de segurança de vôo, conforme preconizado na norma NSCA 3-2(BRASIL,2008(e)). ; e a contratação de um profissional credenciado do CENIPA, tais como Agentes de Segurança de Vôo ou, no mínimo, um elemento credenciado, conforme RBHA 135(BRASIL, 2008(c)).

Recomendou-se que a empresa deveria: considerar o fiel cumprimento dos RBHA, quando da composição de suas tripulações, atentando para as restrições técnicas e operacionais da mesma, visando obter efetiva segurança de vôo; considerar uma plena operacionalidade em suas atividades aéreas; e providenciar que seus tripulantes não se desviem do fiel cumprimento do que preceitua a Instrução do Ministério da Aeronáutica - IMA 100-12 – Regras do Ar e Serviços de Tráfego Aéreo. Esta instrução zela pela efetiva observância das autorizações de tráfego aéreo, preconizando o emprego a fraseologia padrão,

a qual prevê clareza, concisão e objetividade, de forma a atingir a interação eficaz com os órgãos de controle de tráfego aéreo.

Outra peculiaridade recomendada foi a de assegurar a obrigatoriedade da realização dos *briefings* aos seus passageiros, orientando-os para os riscos de suas interferências na operação dos tripulantes, especialmente nas fases críticas do voo, além daquelas previstas no RBHA 135(BRASIL, 2008(c)).

Para a Diretoria de Eletrônica e Proteção ao Voo, o resultado das investigações levantou a necessidade de revisarem a fraseologia padrão, elaborando um manual, em português e inglês, visando garantir um referencial mais abrangente para a comunicação entre as aeronaves e órgãos de tráfego aéreo.

Diante de tal acidente, o DAC foi recomendado a estudar a adoção de mecanismos comprobatórios do cumprimento da Lei 7.183/84, por parte dos operadores, no que tange ao repouso necessário da tripulação, quando a jornada de trabalho for superior a quatro horas ininterruptas, tendo em vista a dificuldade para se comprovar o cumprimento do citado preceito.

Outra recomendação levantada foi a que o DAC deverá realizar estudos junto ao Centro de Investigação de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA), visando ampliar quantitativamente a formação do pessoal técnico especializado em Segurança de Voo e incluir no programa de treinamento a obrigatoriedade do conhecimento dos conceitos de CRM, para as tripulações operando aeronaves segundo o RBHA 135.

APÊNDICE B: ESTUDOS DE CASO

Neste apêndice são apresentados três estudos de caso onde os aspectos de *liability* estão presentes e algumas vezes misturados com as atividades de investigação aeronáutica (*safety*), o que contraria o estabelecido na Convenção de Chicago.

GOL LINHAS AÉREAS – QUEDA DO BOEING 737-800 APÓS COLISÃO COM O JATO EXECUTIVO LEGACY 600 (29 de Setembro de 2006)

Dentre os 154 passageiros a bordo da aeronave Boeing 737-800, nenhum sobreviveu. Os tripulantes da aeronave Legacy 600 mantiveram o controle da aeronave apesar dos danos causados, conduzindo-a a um pouso de emergência. Dentre as nove pessoas a bordo da aeronave, sete estavam feridas. Uma investigação militar no Brasil teve início, mas as conclusões preliminares indicavam que ambos os aviões encontravam-se no mesmo nível e que o Controle de Tráfego Aéreo não recebia mais os sinais do *transponder* correspondente ao Legacy uma hora antes da colisão. A comunicação de rádio entre o Legacy e o Controle de Tráfego Aéreo foi interrompida quatro minutos antes da ocorrência do acidente, quando os tripulantes ouviram o chamado daquele Controle informando para mudarem a frequência de rádio. Porém, não houve retorno do chamado.

Os pilotos do Legacy foram detidos no Brasil por dois meses após o acidente. Em junho de 2007, os pilotos e quatro controladores foram intimados para responderem por “exponer a aeronave em risco”. Um segundo relatório foi apresentado pelos investigadores militares informando que cinco dos controladores brasileiros eram responsáveis pela colisão e que “crimes haviam sido cometidos”, o que poderia resultar na prisão dos controladores, suspensão ou destituição de cargo. O relatório também criticava os pilotos do Legacy por “contribuírem para um acidente através de uma ação ou omissão” (WERFELMAN, 2008).

ACIDENTE DO CONCORDE PERTENCENTE À AIR FRANCE NO AEROPORTO CHARLES DE GAULLE EM PARIS (25 de Julho de 2000)

Um Concorde da Airfrance explodiu em chamas durante uma decolagem no aeroporto Charles de Gaulle em Paris e chocou-se em um hotel próximo, matando todos os 109 passageiros e tripulantes e mais quatro pessoas que estavam nas proximidades. O *French Bureau d'Enquetes et d'Analyses* (BEA) disse que a provável causa do acidente foi a passagem do Concorde por um objeto perdido pertencente a outra aeronave que havia partido pouco antes - o *Riping Out*.

Em 2006, a alta corte francesa recusou retirar as acusações penais sobre um oficial da Aerospatiale, companhia que construiu o Concorde. A Aerospatiale foi uma das três companhias a fundar a *European Aeronautic Defence and Space Co.* (EADS). A Continental Airlines, operadora do DC-10, que segundo os investigadores é responsável pela tira de metal de titânio deixado na pista, também estará sob investigações a respeito.

Em 2008 a justiça da França indiciou a Continental Airlines e cinco pessoas pelo acidente, dentre elas dois funcionários da companhia aérea, dois funcionários do fabricante da aeronave e o ex-diretor técnico do Departamento de Aviação Civil da França, cujo julgamento deve ocorrer em breve (WERFELMAN, 2008).

COLISÃO DE UM DOUGLAS DC-9 COM UM MARISMAS NA FLORIDA (11 de Maio de 1996)

Uma aeronave Douglas DC-9 da Valujet colidiu com um marismas aproximadamente dez minutos após a decolagem do aeroporto internacional de Miami, matando todos os 110 passageiros a bordo. A NTSB relatou que o acidente foi resultado de fogo de fogo no compartimento de carga iniciado nos geradores de oxigênio que foram indevidamente transportados. As prováveis causas são de falha de uma empresa de manutenção contratada em propriamente armazenar e identificar os geradores de oxigênio. A Valujet falhou em supervisionar o programa de manutenção quanto ao atendimento aos procedimentos para manuseio de materiais perigosos e a FAA em não exigir um sistema de detecção de fumaça e fogo classe D nos compartimentos de carga.

Dois meses após o acidente, Sabretech, a empresa de manutenção contratada que carregou os geradores de oxigênio, e três de seus empregados foram indiciados criminalmente. O júri absolveu os três mecânicos e a Sabretech foi condenada e sentenciada a pagar U\$2.9 milhões em multas e restituições. Um apelo à corte reverteu a condenação, em 2005 (WERFELMAN, 2008).

APÊNDICE C: ESTUDOS DE CASO

Neste apêndice expõe-se dois casos em que o fator humano cria uma vulnerabilidade na fase de execução de um sistema de manutenção. São provocados dois incidentes que revelam como ameaças à segurança da aviação os desvios na consciência situacional e na comunicação.

COMPONENTE MAL FIXADO

Uma aeronave perde parte do bordo de ataque, entre a nacele do motor e a fuselagem, durante a subida após decolagem sob fortíssima vibração. Não sendo atingida nenhuma parte vital de comando, a aeronave pouisa sem maiores conseqüências.

Os registros do avião traziam uma discrepância do sistema gerador e como medida recomendada prevista em troubleshooting, havia a necessidade de remoção do bordo de ataque. E a sua remontagem é que se dá de maneira errada, para a qual se combinaram os seguintes eventos:

- mudança de turno de trabalho;
- reboque da aeronave da área em frente ao hangar para o estacionamento na pista, o que motivou o perigoso posicionamento provisório do bordo de ataque em seu lugar, com poucos parafusos, aparentando uma instalação definitiva;
- o mecânico que fez o troubleshooting assina a ficha de inspeção como tendo o trabalho concluído, quando na realidade faltava a montagem definitiva do bordo de ataque;
- a equipe que rendeu o serviço, diante daquele registro da ficha, dá como encerrado o índice do troubleshooting do gerador;
- o *check* externo feito pela tripulação antes do vôo não permite constatar a falta de alguns parafusos; e

- em vôo, as forças aerodinâmicas superiores às resistências dos poucos parafusos apontados causam o desprendimento do bordo de ataque.

Esse caso, onde se cria uma vulnerabilidade na manutenção, é um exemplo real de dois pontos importantes dignos de atenção (AIR SAFETY GROUP, 2009): a deficiência de comunicação nas passagens de serviço; e a movimentação de aeronaves sob manutenção para permitir manobras com outros aviões. Provavelmente a confluência de fatores semelhantes conduz à ocorrência dos acidentes citados nas Figuras 15, 16 e 17, relacionadas à manutenções preventiva e corretiva, respectivamente.

Um sistema de manutenção apoiado pelo CRM procura solucionar o problema do trabalho em equipe e de comunicação em passagem de serviço, preconizando a obrigação de uma maior minúcia nos registros escritos e do contato pessoal entre o responsável que se retira e o responsável que recebe dele o serviço. Assim criam-se barreiras adicionais à ocorrência agravante de mal entendidos decorrentes. A proibição de alguns procedimentos como a movimentação de aeronaves em serviço também diminui vulnerabilidades.

IMPROVISO DURANTE REPARO

Neste caso em meio a uma pressão organização para a aeronave voar, um problema no seu APU exige o reparo de uma junta na sua câmara de combustão. O mecânico então improvisa e instala uma junta com outro material, e assim soluciona momentaneamente o problema. Entretanto, posteriormente, o APU precisou ser removido com indícios de superaquecimento, quando se verifica que sua câmara de combustão está queimada, configurando um considerável custo de reparo a ser assumido.

Esse caso destaca a perigosa prática de adoção das chamadas soluções improvisadas, apontada na Figura 18. Também acrescenta um ponto vulnerável no sistema de manutenção,

associado, segundo o CRM, a deficiências no processo decisório e consciência situacional. Apesar de um bom *troubleshooting* ser indispensável à eficiência da manutenção, o mesmo há de ser avaliado adequadamente por um técnico competente. Deve-se considerar até mesmo a possibilidade de um técnico excelente, sobretudo quando sob certa tensão emocional, buscar uma solução de expediente vulnerabilizando o sistema de manutenção. Por isso, devem-se criar mecanismos que garantam o fiel cumprimento das diretivas emanadas pela organização.

APÊNDICE D: ESTUDO DE CASO

Neste apêndice temos um estudo clássico de falha no CRM induzido pela complacência na automação, podemos perceber também o aparecimento do paradoxo da perda de consciência situacional na utilização de um sistema automatizado desenhado exatamente para aumentar essa mesma consciência situacional.

FALHA NO CRM INDUZIDO PELA AUTOMAÇÃO

Vôo American Airlines 965: um Boeing 757 que voava na proa de Cali, Colômbia, em 1995 (JANKOWSKI, 2000). O co-piloto entendeu que eles estavam autorizados a voar na proa de 'ROZO' NDB, com o identificador "R", e programou incorretamente o FMS, digitando outro NDB com o mesmo identificador, mas localizado quase 150 milhas a NE de onde eles pretendiam ir. O co-piloto não conferiu as coordenadas do ponto inserido (o que é tedioso e aparentemente desnecessário). O avião cumpriu cegamente, curvando-se para a esquerda sob o piloto automático. O comandante percebeu que algo errado acontecia, mas sua decisão de voar direto para o VOR Cali os levou a curvar na direção de uma montanha.

Outro caso é o do Vôo 182, em setembro de 1978, onde um Boeing 727 voou direto para um Cessna-172, na luz do dia e em condições perfeitas de tempo, com o tráfego centralizado em seu pára-brisas por vários minutos (NTSB, 1989).

Estudos da *Flight Safety Foundation* (FLIGHT SAFETY FOUNDATION, 2005), baseados em reportes da *Civil Aviation Authority* (CAA), constatam que o aumento da dependência na automação por parte dos pilotos está criando o risco da tripulação perder a habilidade requerida para reagir propriamente, tanto às falhas na automação, quanto a erros de programação ou à perda da consciência situacional. Os estudos concluem que o treinamento em automação permanece inadequado, pois não prepara os tripulantes de vôo adequadamente para monitorar as funções automáticas da aeronave em todas as situações previsíveis, ou para intervir em um processo automatizado.

FOLHA DE REGISTRO DO DOCUMENTO

1. CLASSIFICAÇÃO/TIPO <p style="text-align: center;">TC</p>	2. DATA <p style="text-align: center;">30 de outubro de 2009</p>	3. REGISTRO N° <p style="text-align: center;">CTA/ITA/TC-086/2009</p>	4. N° DE PÁGINAS <p style="text-align: center;">82</p>
5. TÍTULO E SUBTÍTULO: CRM – <i>Corporate Resources Management</i> : Desafios e Aplicabilidade no Contexto de Aviação em Fator Humano.			
6. AUTOR(ES): Alessandra Gleyse Del Guerra Scigliano; Aurélio Máximo Pimenta Costa; Fabio Campos da Silva; Josmar Carreiro Freitas; Marina Teggi de Freitas; Pedro Mauricio Araújo de Oliveira; Rafael de Abreu González.			
7. INSTITUIÇÃO(ÕES)/ÓRGÃO(S) INTERNO(S)/DIVISÃO(ÕES): Instituto Tecnológico de Aeronáutica- ITA.			
8. PALAVRAS-CHAVE SUGERIDAS PELO AUTOR: CRM; treinamento; aeronavegabilidade continuada; segurança operacional; fator humano; acidente; incidente; cultura de segurança; cultura justa; cultura de reporte; cultura de aprendizado; cultura flexível; erro humano; violação; manutenção aeronáutica; manutenção corretiva; manutenção preventiva; inspeção aeronáutica; automação; certificação de <i>software</i> embarcado; consciência situacional; Convenção de Chicago; vulnerabilidade; responsabilidade.			
9. PALAVRAS-CHAVE RESULTANTES DE INDEXAÇÃO: Indústria aeronáutica; Engenharia de fatores humanos; Programas de treinamento; Administração de segurança; Gerenciamento de riscos; Consciência situacional; Segurança de voo; Prevenção de acidentes; Regulamentação aeronáutica; Certificação; Administração; Engenharia aeronáutica			
10. APRESENTAÇÃO: X Nacional Internacional ITA, São José dos Campos. Curso de Especialização em Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade Continuada. Orientador: Dr. Donizeti de Andrade. Apresentação em 26 de novembro de 2009. Publicada em 2009.			
11. RESUMO: Com o advento do vôo na história evolutiva de transporte e o constante desenvolvimento tecnológico, o ser humano tem sido a principal preocupação nas diversas atuações no setor aeronáutico. Após a regulamentação internacional das atividades, o mercado aeronáutico tem buscado incessantemente seu aperfeiçoamento desenvolvendo sistemas para o incremento do desempenho e prevenção da segurança, dentre outros motivos. Porém, não há como ignorar a importância do capital humano durante esse processo no cumprimento de sua função no meio aéreo. A maneira como os membros de uma cabine, por exemplo, lidam com ocorrências durante um vôo e sua dinâmica de relacionamento demonstrou, ao longo de diversos acidentes estudados, que muitas tragédias poderiam ser evitadas se houvesse um treinamento específico que envolvesse uma equipe. De fato, certos conflitos existentes nas relações interpessoais presentes no cotidiano do setor aéreo, quando gerenciados incorretamente, levaram a momentos desagradáveis, gerando inclusive situações irreversíveis. Sendo assim, esse trabalho busca apresentar o <i>Corporate Resource Management</i> (CRM) em suas diversas aplicabilidades no meio aeronáutico, como também seus desafios em fator humano. Conceitualmente, o treinamento em CRM foi evoluindo por gerações de gerenciamento, encontrando-se atualmente na sexta geração, caracterizada pela administração dos erros envolvendo toda a organização. As aplicações do treinamento em CRM visam não somente desenvolver formas de relacionamento e atitudes pró-ativas nos membros que compõem uma cabine, mas sim em todos os envolvidos numa corporação para que o vôo aconteça com segurança. Outro aspecto abordado pelo trabalho, leva em consideração a necessidade do equilíbrio entre a responsabilidade, <i>liability</i> , e a atividade de prevenção de acidentes no momento da ocorrência de um acidente. O erro e a violação são analisados em contraposição à ideologia da segurança que se alicerça em informações confidenciais cuja disponibilidade está condicionada a um caráter não-punitivo. Verifica-se que não há ganho associado à segurança frente ao uso indevido dessas informações. Estatísticas citadas neste estudo apontam, para exemplificar, que erros humanos na área de manutenção e inspeção aeronáutica estão associados a um grande número de acidentes, indicando que a produtividade e fisiologia de seus membros, a conservação do material, e aspectos comportamentais no ambiente de trabalho precisam ser considerados pelas organizações sob a óptica dos fatores humanos como forma de prevenção de incidentes e acidentes. Outro aspecto tratado à luz do CRM, estratégico para indústria aeronáutica, é a certificação de <i>software</i> embarcado, responsável pela integração de sistemas e automação no vôo, haja vista que <i>Technologically Advanced Aircraft</i> (TAA) já chegam à Aviação Geral evidenciando a compulsoriedade do treinamento em CRM, incluindo não somente os pilotos de linhas comerciais, em prol da capacitação à percepção das novas ameaças que surgem na evolução deste novo cenário que se apresenta. Deixa-se, ainda, como mensagem, o desafio presente no estabelecimento de uma cultura de segurança justa com a conscientização de que segurança é um papel de todos, além do questionamento sobre qual o ganho obtido pela imprensa com o uso indevido das informações referentes a um acidente.			
12. GRAU DE SIGILO: (X) OSTENSIVO () RESERVADO () CONFIDENCIAL () SECRETO			