



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Engenharia

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

Filander de Matos Ferreira Santos Gomes

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Aeronáutica
(2º ciclo de estudos)

Orientador: Prof. Doutor José Manuel Mota Lourenço Da Saúde

Covilhã, Outubro de 2010

Dedicatória

Dedico este trabalho à todos aqueles que me apoiaram durante o meu trajecto académico, especialmente a minha amada família, Benvindo Gomes, Celina Gomes e Luz Maria Gomes.

Finny

Agradecimentos

Em primeiro lugar, quero enviar um especial agradecimento ao Prof. Dr. Eng. José Manuel Mota Lourenço Da Saúde pelo seu constante apoio e orientação durante o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Engenheiro Carlos Rodrigues, dos Transportes Aéreos de Cabo Verde (TACV Cabo Verde Airlines), pela sua disponibilidade e apoio prestados durante à investigação aplicada na Direcção de Manutenção & Engenharia (DME) dos TACV.

Agradeço ao meu pai, Benvindo Gomes, à minha mãe, Celina Gomes e à minha irmã, Luz Maria Gomes, os quais deram-me a possibilidade de fazer este percurso académico, apoiando-me sempre nos melhores e nos menos bons momentos.

Agradeço à minha namorada, Djenabú Djaló, pelo seu companheirismo e apoio ao longo destes anos académicos. É com todo o amor que partilho isto contigo.

E por fim, quero agradecer à todos os meus amigos e colegas, que ao longo dos últimos cinco anos foram os meus companheiros nesta luta, especialmente ao Walter Soares, Ioland Tavares e Edmir Freire. Isto é o resultado das longas horas de estudo que partilhámos juntos.

Resumo

Neste trabalho, aborda-se a problemática dos Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves. Pretende-se perceber se o erro humano em manutenção de aeronaves realmente existe, seguindo um ponto de vista técnico ou de “Engenharia”, apoiado quando necessário, pela Psicologia. É feita uma revisão dos mais comuns tipos de erros humanos cometidos em manutenção de aeronaves, bem como a identificação e análise dos factores de risco que mais condicionam o desempenho humano nesses ambientes. Faz-se também uma abordagem ao treino sobre factores humanos, descrevendo a constituição de programas sobre factores humanos, os seus princípios de funcionamento e a sua importância ou impacto em manutenção de aeronaves. No final do trabalho é aplicado um estudo à Direcção de Manutenção & Engenharia (DME) dos Transportes Aéreos de Cabo Verde (TACV Cabo Verde Airlines), através de um questionário baseado no Modelo SHELLO, com o objectivo de determinar os mais frequentes factores de risco naquela organização, e que podem afectar o desempenho do seu pessoal. Neste contexto, é feita uma análise dos resultados obtidos e são endereçadas sugestões à DME da companhia aérea nacional caboverdiana.

Palavras-chave

Factores Humanos, Erro Humano, Factores de Risco, Manutenção de Aeronaves, Segurança.

Abstract

This MSc thesis addresses the issue of Human Factors in Aircraft Maintenance. It encompasses the objective of understanding if human error in aircraft maintenance really exists, following a technical or “Engineering” point of view, supported when necessary by Psychology. It includes a review of the most common types of human error occurred in aircraft maintenance, and the identification and analysis of the major risk factors which can affect the human performance in this kind of environment. It is also made an approach to human factors training, describing the human factors programmes layout, the operating principles and the importance or impact in aircraft maintenance. At the end of this report it is applied a survey involving the Maintenance & Engineering Director (DME) of Transportes Aéreos de Cabo Verde (TACV Cabo Verde Airlines), through a questionnaire based on the SHELLO Model, aiming to determine the most frequent risk factors in that organization, and those that may affect its staff performance. It is made an analysis of the results obtained by said survey completed by suggestions addressed to DME of the TACV.

Keywords

Human Factors, Human Error, Risk Factors, Aircraft Maintenance, Safety.

Índice

1	Introdução	1
1.1	Enquadramento do Tema	2
1.2	Objectivo do Trabalho	2
1.3	Estrutura da tese	3
2	Revisão Bibliográfica	5
2.1	Introdução aos Factores Humanos no contexto aeronáutico	6
2.2	Sistema de Classificação psico-cognitiva de Falhas Humanas	10
2.3	O Erro Humano: um factor individual e colectivo	13
2.3.1	Falhas Activas e Falhas Latentes	13
2.3.2	Perspectiva Individual do Erro Humano	15
2.3.3	Perspectiva Organizacional do Erro Humano	17
2.3.4	O Modelo Teórico de Reason	21
3	O Risco e o Erro Humano em Manutenção de Aeronaves	26
3.1	Retrospectiva de Incidentes, Acidentes Aéreos e Eventos em Manutenção de Aeronaves	27
3.2	África e o Programa “Safe Skies For Africa”	34
3.3	Principais Factores de Risco que condicionam o desempenho humano em Manutenção de Aeronaves	41
3.4	Controlo e Gestão do Risco em Manutenção de Aeronaves	46
3.4.1	Formas de Reconhecimento do Risco de Erro Humano	47
4	O Impacto dos Factores Humanos na Manutenção Aeronáutica no Século XXI	48
4.1	Formação em Factores Humanos em manutenção de aeronaves	49
4.1.1	A Importância dos Programas de Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves	50
4.1.2	Estrutura de um programa de factores humanos em manutenção aeronáutica	51
4.1.3	Principais Metodologias de suporte aos Programas de Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves	53

4.2	Gestão do Erro Humano em Manutenção Aeronáutica	62
4.2.1	Cultura de Segurança (Safety Culture)	62
4.2.1.1	Indicadores organizacionais de Safety Culture	64
4.2.1.2	Métodos de medição de Cultura de Segurança	66
4.2.1.3	Procedimentos de Avaliação e Implementação de Cultura de Segurança	66
4.2.2	Políticas de Punição e de Aprendizagem	67
4.2.2.1	Punição e Criminalização do Erro Humano	67
4.2.2.2	Aprendizagem	70
4.2.3	Sistemas de Reporte de Erros ou Ocorrências de Manutenção	72
4.3	Maintenance Resource Management (MRM)	77
4.3.1	Definição	77
4.3.2	Evolução do MRM	79
4.3.3	Ferramentas de apoio ao treino de Maintenance Resource Management	81
4.3.4	Eficácia e Fiabilidade do MRM	82
4.4	A Importância dos Treinos em Factores Humanos no futuro da Manutenção Aeronáutica	83
4.4.1	A posição das Autoridades Aeronáuticas Internacionais	83
4.4.2	A posição das Empresas de Manutenção Aeronáutica	85
4.4.3	Impacto dos Programas de Treino em Factores Humanos	86
5	Estudo sobre Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves aplicado aos Transportes Aéreos de Cabo Verde	88
5.1	Objectivo do Estudo	89
5.2	Descrição dos TACV Cabo Verde Airlines	89
5.3	Descrição do Método de Pesquisa	92
5.3.1	Modelo SHELL(O)	92
5.3.2	Participantes e Procedimento	94

5.4	Resultados	96
5.4.1	Apresentação dos resultados	96
5.4.2	Discussão dos resultados	101
5.4.3	Análise de erros	105
6	Conclusão	110
6.1	Síntese da Dissertação e Considerações Finais	111
6.2	Recomendações e Perspectivas futuras de investigação	112
	Anexo 1	114
	Referências Bibliográficas	122

Lista de Figuras

Figura 2.1	Boeing 737 da Aloha Airlines acidentado em 1988, no Hawaii	9
Figura 2.2	Classificação de Falhas Humanas	11
Figura 2.3	Cadeia de Eventos em incidentes/acidentes aéreos	16
Figura 2.4	Perigos, defesas e perdas num Sistema Organizacional	17
Figura 2.5	Modelo gráfico de Produção vs Protecção	18
Figura 2.6	Componentes de um Sistema Organizacional	20
Figura 2.7	Modelo Ideal para a não-ocorrência de Eventos de Manutenção Aeronáutica	21
Figura 2.8	Modelo Real para a ocorrência de Eventos de Manutenção Aeronáutica	22
Figura 2.9	Modelo do "Queijo Suíço"	22
Figura 3.1	Acidentes aéreos, por regiões do mundo, 2005 a 2009	35
Figura 3.2	Operação de reboque de uma aeronave para o hangar	42
Figura 3.3	Manutenção de uma aeronave sob o reflexo do sol	43
Figura 3.4	Espelho esquecido no tanque de combustível de uma aeronave após manutenção	43
Figura 3.5	Percentagens de crescimento no sector aeronáutico	44
Figura 3.6	Mini-logger e actiwatch usados na pesquisa da FAA	45
Figura 4.1	Constituição de um programa de factores humanos em manutenção aeronáutica	52
Figura 4.2	Estrutura do Modelo HFACS	55
Figura 4.3	Exemplo de tipos de erros baseados na perícia (skills)	55
Figura 4.4	Princípio de funcionamento do MEDA	56
Figura 4.5	Excerto do sistema MEDA, com a descrição de possíveis eventos	57
Figura 4.6	Excerto do formato do programa ERNAP	59
Figura 4.7	Falhas humanas culpáveis e não-culpáveis	68
Figura 4.8	Relatos de Ocorrências através do CHIRP	75

Figura 4.9	Treino de Maintenance Resource Management	78
Figura 4.10	Evolução dos Programas de Factores Humanos	79
Figura 4.11	Componentes do Modelo SHELL	81
Figura 4.12	Valores médios de ocorrências em estações manutenção de linha entre 1995 e 1999, nos E.U.A	82
Figura 4.13	Fundos aplicados pela NTSB, DOT e FAA em programas de factores humanos para manutenção e cabines de voo, em 1997 e 1998	87
Figura 5.1	ATR 72-500 dos TACV Cabo Verde Airlines	90
Figura 5.2	Frota de Boeing's 757-200ER dos TACV Cabo Verde Airlines	90
Figura 5.3	Organigrama da DME dos TACV	91
Figura 5.4	Modelo SHELLO	94
Figura 5.5	Classificação média dos factores de risco na dimensão L-S	97
Figura 5.6	Classificação média dos factores de risco na dimensão L-H	98
Figura 5.7	Classificação média dos factores de risco na dimensão L-E	99
Figura 5.8	Classificação média dos factores de risco na dimensão L-L	100
Figura 5.9	Classificação média dos factores de risco na dimensão L-O	101
Figura 5.10	Tempo de sono dos respondentes	103
Figura 5.11	Descanso semanal dos trabalhadores	104

Lista de Tabelas

Tabela 2.1	Principais causas de avarias de motores que equipam Boeing's 767	8
Tabela 2.2	Diferenças entre acidentes causados por erros individuais e erros organizacionais	20
Tabela 3.1	Principais Acidentes aéreos devido a erros de manutenção, 1979 à 1996	28
Tabela 3.2	Número de fatalidades e acidentes devido à erros de manutenção, entre 1988 e 1997	29
Tabela 3.3	Teste in loco realizado pela Boeing, entre 1994 e 1995	30
Tabela 3.4	Principais Eventos de Manutenção	31
Tabela 3.5	Principais causas dos Eventos em Manutenção	32
Tabela 3.6	Dados de Erro humano pesquisados através do MEMS no Reino Unido, em 2003	33
Tabela 3.7	Estatísticas de Acidentes aéreos por continentes (1945-2007)	35
Tabela 3.8	Fundos aplicados no SSFA entre 2000 e 2009	37
Tabela 5.1	Profissões/Funções dos respondentes	95
Tabela 5.2	Habilitações/Qualificações dos respondentes	95
Tabela 5.3	Distribuição etária dos respondentes	95
Tabela 5.4	Valores do desvio padrão na Dimensão L-S	107
Tabela 5.5	Valores do desvio padrão na Dimensão L-H	107
Tabela 5.6	Valores do desvio padrão na Dimensão L-E	108
Tabela 5.7	Valores do desvio padrão na Dimensão L-L	108
Tabela 5.8	Valores do desvio padrão na Dimensão L-O	109

Lista de Acrónimos

AAIB	Air Accidents Investigation Branch
ADAMS	Aircraft Dispatch and Maintenance Safety System
ADREP	Accident/Incident Reporting System
AMMS	Aurora Mishap Management System
ASAP	Aviation Safety Action Program
ASRS	Aviation Safety Reporting System
ATSB	Australian Transport Safety Bureau
BASI	Bureau of Air Safety Investigation
CAMI	Civil Aerospace Medical Institute
CCC	Crew Coordination Concept
CHIRP	Confidential Human Factors Incident Reporting Programme
CRM	Cockpit/Crew Resource Management
DME	Direcção de Manutenção & Engenharia
DOT	U.S Department of Transportation
EASA	European Aviation Safety Agency
ECCAIRS	European Coordination Center for Aviation Incidents Reporting Systems
ERNAP	Ergonomics Audit Program
FAA	Federal Aviation Administration
HFACS	Human Factors Analysis and Classification System
HPIM	Human Performance In Maintenance
IAM & AW	International Association of Machinists and Aerospace Workers
IASA	International Aviation Safety Assessment
IATA	International Air Transport Association

ICAO	International Civil Aviation Organization
LOFT	Line Oriented Flight Training
MCC	Millennium Challenge Corporation
MEDA	Maintenance Error Decision Aid
MEMS	Maintenance Error Management System
MESH	Managing Engineering Safety Health
MOR	Mandatory Occurrence Report
MRM	Maintenance Resource Management
MTOW	Maximum Take-Off Weight
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NTSB	National Transportation Safety Board
SHELL	Software, Hardware, Environment, Liveware, Liveware
SHELLO	Software, Hardware, Environment, Liveware, Liveware, Organization
SSFA	Safe Skies For Africa
TACV	Transportes Aéreos de Cabo verde
TMA	Técnico de Manutenção de Aeronaves
TSA	Transportation Security Administration
UK CAA	United Kingdom Civil Aviation Authority

CAPÍTULO

1

Introdução

“Fallibility is part of the human condition. We cannot change the human condition, but we can change the conditions under which humans work...The problems due to human performance dominate the risks in hazardous industries.”

(James Reason)

1.1 Enquadramento do Tema

O conceito de “Factores Humanos” é incontornável quando se fala da aviação. Actualmente, dentro deste tema aponta-se o erro humano como causa principal em 80% dos acidentes aéreos.

Nas últimas décadas, a indústria aeronáutica tem sofrido um exponencial crescimento em termos de tráfego aéreo, devido à crescente procura que se exerce sobre ela. Este aumento da procura, para além de acarretar ganhos financeiros para o sector aeronáutico, exerce sobre este uma grande pressão, designadamente na vertente técnica. A manutenção aeronáutica, como parte integrante da indústria aeronáutica não é excepção, ou seja, também ela está sujeita à grande pressão.

A Manutenção Aeronáutica constitui uma componente essencial da indústria aeronáutica, envolvendo uma complexa organização onde as tarefas são desempenhadas muitas vezes sob pressão e limitação de tempo, e por vezes sob condições de trabalho menos apropriadas, de modo a deixar as aeronaves operacionais. A manutenção de aeronaves atrai um uso significativo de tecnologias de reparação e regeneração de componentes e sistemas. A aplicação dessas tecnologias e os processos de tomada de decisão envolvem muitas vezes a intervenção humana.

O termo “Factores Humanos” não é sinónimo e significa mais do que “erro humano”, pois abrange também todos os factores externos que podem se associar às limitações humanas, e que posteriormente podem levar ao erro humano. Portanto, mais do que saber “onde” (o erro humano) ocorre, os factores humanos podem fornecer a resposta para o “porquê” do erro humano na aviação, e em particular na manutenção.

Neste trabalho pretende-se assim abordar o erro humano em manutenção de aeronaves, seguindo um ponto de vista técnico, ou se quisermos de “Engenharia”, isto é, procurando a sua determinação e a sua avaliação recorrendo quando necessário à área de Psicologia.

Deixa-se de forma explícita que se segue a abordagem prevista no Anexo 13 à Convenção sobre a Aviação Civil Internacional, Chicago 1944, conjugada com a Directiva da U.E: 94/65/CE de 21/11/94 e com o nr 3 do Decreto Lei 318/99 de 11 de Agosto, que determinam o não apuramento de culpas ou de responsabilidades.

1.2 Objectivo do Trabalho

A presente dissertação tem como objectivo apresentar um estudo sobre a problemática dos factores humanos em manutenção de aeronaves, de modo a tentar obter respostas para as seguintes questões: ***O erro humano em manutenção de aeronaves existe? Se existe, porquê é que o ser humano erra em manutenção de aeronaves? E como se pode evitar ou mitigar o erro humano em manutenção de aeronaves?***

1.3 Estrutura da tese

Para elaborar um trabalho que pudesse dar respostas às referidas questões, decidiu-se conduzir o tema em duas partes distintas:

- Na primeira parte, procedeu-se a uma pesquisa bibliográfica de modo a contextualizar-se e caracterizar a problemática dos factores humanos em manutenção de aeronaves.
- Na segunda parte, realizou-se uma pesquisa junto dos Transportes Aéreos de Cabo Verde (TACV Cabo Verde Airlines), na Direcção de Manutenção & Engenharia (DME), com o propósito de determinar e avaliar os factores de risco mais frequentes naquela organização e que podem condicionar o desempenho do pessoal que realiza manutenção aeronáutica.

Com base no anterior, a presente dissertação encontra-se estruturada em 6 capítulos, a saber:

O Capítulo 1 (o presente) descreve a pertinência do estudo, faz o enquadramento do tema, define o objectivo (o porquê e a motivação) do estudo e a estrutura da tese.

No Capítulo 2 é feita uma revisão bibliográfica, onde são definidos os conceitos de risco, erro humano e factores humanos e a sua influência na indústria aeronáutica. Aborda-se a classificação e a descrição dos tipos de erro humano, os factores de risco mais comuns na aviação, a teoria de causa dos acidentes aéreos, bem como o impacte do treino em factores humanos para o conhecimento, prevenção e mitigação de factores de risco em manutenção de aeronaves.

O Capítulo 3 consiste numa retrospectiva geral e detalhada dos principais acidentes aéreos internacionais tendo como causa primária, erros de manutenção. São também descritos diversos factores de risco que servem de catalisadores para a ocorrência dos vários tipos de erros de manutenção.

O Capítulo 4 aborda a formação em factores humanos e a sua importância no domínio da manutenção desde o seu início há duas décadas atrás. Descreve-se o impacte do treino em factores humanos, os métodos de investigação, identificação e prevenção de erros de manutenção que têm sido usados ou que estão a ser desenvolvidos, a constituição dos treinos e a sua importância na indústria aeronáutica.

O Capítulo 5 relata a forma e o resultado do estudo de campo realizado na Direcção de Manutenção & Engenharia (DME) dos TACV Cabo Verde Airlines, conduzido através de um questionário baseado no Modelo SHELLO. São ainda feitas considerações sobre essa pesquisa e análises construtivas que possam ser do

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

futuro interesse da DME dos TACV. Inclui-se ainda uma breve apresentação sobre a actividade da referida linha aérea nacional.

Nas Conclusões (Capítulo 6), é apresentada uma síntese da tese, assim como as considerações finais. Para finalizar, são mencionadas perspectivas de investigação futuras no âmbito deste tema, referências bibliográficas e anexos. Junta-se ainda uma proposta de paper para publicação sobre a matéria.

CAPÍTULO

2

Revisão Bibliográfica

Neste capítulo, faz-se um resumo bibliográfico sobre factores humanos, com foco especial na manutenção aeronáutica.

2.1 Introdução aos Factores Humanos no contexto aeronáutico

As actividades aeronáuticas produzem um significativo número de erros, na medida em que envolvem actividade humana e por isso uma grande proporção de factores humanos. Tendo em conta os inovadores métodos de Segurança e Sistemas de Gestão de Qualidade que têm sido arduamente estudados e implementados, os riscos no sector Aeronáutico podem ser minimizados ou controlados de modo a assegurar-se um maior nível de segurança de voo, porém nunca poderão ser inteiramente eliminados.

Para se fazer uma abordagem inicial a este trabalho, é importante que se definam vários conceitos, segundo a ICAO e FAA, nomeadamente, definir os conceitos de Risco, Factores Humanos e Erro Humano:

Risco (Segundo a ICAO) - *“The likelihood of injury to personnel, damage to equipment or structures, loss of material, or reduction of ability to perform a prescribed function, measured in terms of probability and severity.”*

Risco (Segundo a FAA) - *“The composite of predicted severity and likelihood of the potential effect of a hazard in the worst credible system state”.*

Factores Humanos - *“Human factors is the science of analyzing the limitations of humans as we interact with the environment and preventing or mitigating the inevitable human error”.* (Wurmstein, Shetler and Moening, 2004).

Erro Humano - *“This is the failure to carry out a specified task (or the performance of a forbidden action) that could lead to disruption of scheduled operations or result in damage to property and equipment.* (Dhillon B.S, 2007).

Quando se fala de Risco em Aeronáutica implicitamente vêm à luz os conceitos de Factor Humano e de Erro Humano. Conforme Reason (2006), os problemas de performance humana dominam os riscos em indústrias onde há a probabilidade de falhas catastróficas – como é o caso da aviação. Por a Aeronáutica ser uma dessas indústrias, e pela predisposição humana para errar, o Homem acaba por ser o principal agente responsável pela existência de situações de risco e consequentemente de acidentes em actividades aeronáuticas.

De facto, ao longo da história da aviação a maioria dos incidentes e acidentes envolvendo aeronaves civis têm tido como causa primária o erro humano, seguindo-se as condições climatéricas adversas.

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

De acordo com o documento “Safety Report da IATA 2003”, nos primórdios da aviação cerca de 20% dos acidentes aéreos eram causados por erro humano (Rankin, 2007).

Na actualidade regista-se uma inversão destas estatísticas, sendo aproximadamente 70 a 80% dos acidentes aéreos originados por erro humano. O documento “Annual Report da IATA (2009) ” indica que durante o ano de 2008, cerca de 15% dos acidentes aéreos tiveram como causa principal, falhas de equipas de manutenção, sendo que 57% destes mesmos acidentes apresentaram *deficiências de manutenção* como um dos factores no seio da sequência de eventos que desencadeou os mesmos. Essas deficiências abrangem as documentações técnicas, manutenções não-registadas, modificações não-aprovadas e treino insuficiente do pessoal de manutenção.

Conforme Khalil (2007), os erros mais comuns cometidos em manutenção de aeronaves são:

- Instalação incorrecta de componentes;
- Montagem de partes erradas;
- Instalação errada de cablagens eléctricas (incluindo ligações cruzadas);
- Objectos deixados nas aeronaves;
- Lubrificação insuficiente;
- Cobertura ou painéis de acesso soltos;
- Tampas de óleo ou painéis de reabastecimento de combustível soltos;
- Pinos de bloqueio do trem de aterragem não removidos antes da partida da aeronave.

Uma pesquisa levada a cabo pela Boeing a 276 casos de avarias de motores das suas aeronaves em pleno voo, determinou sete causas principais associadas às mesmas, descritas na Tabela 2.1:

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

Tabela 2.1 – Principais causas de avarias de motores que equipam Boeing's 767

Causas	Percentagem (%)
Instalação incompleta	33
Danos durante as instalações	14.5
Instalações incorrectas	11
Equipamento não instalado ou em falta	11
Foreign object damage (FOD)	6.5
Assuntos, inspecção e testes impróprios	6
Equipamento não activado ou desactivado	4

Fonte: Khalil, 2007

Através da Tabela 2.1 pode-se constatar que a maioria das sete principais causas daqueles eventos tiveram origem em falha humana, onde os aspectos relacionados com instalações deficientes abrangem uma percentagem de aproximadamente 70%.

Se por um lado, a evolução tecnológica da Aviação veio facilitar o trabalho do homem, visando a diminuição de situações de risco, por outro lado e indirectamente, veio originar por vezes, certos conflitos entre o homem e a tecnologia, os quais têm resultado inclusive em acidentes fatais (Lawrence and Gill, 2007).

É neste sentido que a Boeing tem desenvolvido estudos exaustivos sobre factores humanos na indústria aeronáutica, de modo a serem aplicados no projecto de aeronaves comerciais, no treino, nas políticas organizacionais e nos procedimentos, visando uma melhor, mais segura, confortável e eficaz interacção homem-máquina. Esses estudos envolvem a aquisição de dados sobre características, capacidades e limitações humanas que são posteriormente, aplicados às ferramentas, máquinas, sistemas, tarefas e processos aeronáuticos.

Como forma de mitigar as ocorrências de eventos de risco, o ser humano envolvido na Aviação deve ser sempre conhecedor, flexível, dedicado e eficiente para que exerça bons julgamentos no domínio das suas funções. Neste contexto, a indústria aeronáutica tem investido em treino, equipamentos e sistemas, os quais têm-se traduzido em implicações positivas a longo prazo nas companhias aéreas.

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

Ainda neste âmbito, a Boeing tem apostado desde a década de 1960 em muitos especialistas, nomeadamente Psicólogos, Especialistas em Segurança de Voo, Pilotos de testes, Engenheiros e Mecânicos. Este grupo de especialistas em factores humanos, inicialmente composto por cerca de 30 elementos, começou por focar-se no design/dimensionamento da cabine de voo. Actualmente têm um âmbito de actuação muito mais amplo de aspectos, como a psicologia cognitiva, performance humana, fisiologia, percepção visual, ergonomia e a interface homem-computador.

Outra forma de perceber a razão da ocorrência e minimizar os erros humanos, desenvolvida pela Boeing nas últimas duas décadas, tem sido as “Ferramentas de Gestão de Erros”, aspecto que mais à frente se abordará detalhadamente. Estes especialistas, através dos seus conhecimentos, contribuem para que muitos dos profissionais aeronáuticos desempenhem da melhor forma possível as suas capacidades, compensando assim as suas limitações naturais e consequentemente, reduzindo o número de incidentes e acidentes aéreos.

Se no início os estudos sobre factores humanos se centravam nas tripulações de voo (CRM – Crew/Cockpit Resource Management), na actualidade esses mesmos estudos abrangem também todas as equipas de operações técnicas da indústria aeronáutica, nomeadamente às equipas de manutenção (MRM – Maintenance Resource Management). O MRM (Gestão dos Recursos de Manutenção) impôs-se com maior afirmação no sector Aeronáutico, após o acidente com o Boeing 737 da Aloha Airlines, em 1988 (figura 2.1). No capítulo 4 deste trabalho descreve-se detalhadamente os conceitos de CRM (Crew Resource Management) e MRM.



Figura 2.1 - Boeing 737 da Aloha Airlines acidentado em 1988, no Hawaii

Fonte: Hobbs, 2008

Este acidente ocorreu devido a propagação de fendas, o que provocou uma abertura de 5,5 metros de comprimento na fuselagem da aeronave em altitude de cruzeiro. A aeronave ainda conseguiu aterrar de emergência, registando apenas uma vítima mortal (uma hospedeira que se encontrava de pé na secção afectada).

Antes do acidente tinha sido feita uma inspecção a 1300 rebites da aeronave e não foi detectada a existência de fendas. O inspector e o inspector chefe tinham 22 e 33 anos de experiência respectivamente. A inspecção após o acidente veio a revelar que havia no mínimo 240 fendas na altura da primeira inspecção. Perante este erro dos Engenheiros, os Especialistas em Segurança Aérea vieram alargar o estudo dos factores humanos aplicado aos pilotos (CRM) para o staff de manutenção (MRM).

2.2 Sistema de Classificação psico-cognitiva de Falhas Humanas

As falhas humanas podem definir-se como “actos inseguros e de natureza psico-cognitiva que o ser humano comete e que podem levar a uma situação perigosa”. Um acto inseguro é mais do que apenas um erro ou uma violação – é um erro ou uma violação cometida na presença de uma potencial situação de risco, que se não for devidamente controlada, pode causar danos. (Reason, 1990).

As teorias do psicólogo James Reason enquadram-se perfeitamente no estudo e compreensão dos erros humanos e têm sido aplicadas teoricamente com êxito nas duas últimas décadas em muitas indústrias onde o factor humano é um elemento-chave. Por ser uma indústria que oferece potenciais situações de risco, a Aeronáutica é uma actividade onde Reason tem aplicado profundamente as suas teorias.

A figura 2.2 ilustra a classificação das falhas humanas ou actos inseguros descrita por Reason. Descreveremos cada elemento deste esquema, dando exemplos concretos de actos inseguros cometidos na Manutenção Aeronáutica, para que melhor se compreenda e se enquadre esta teoria de Reason no tema deste trabalho.

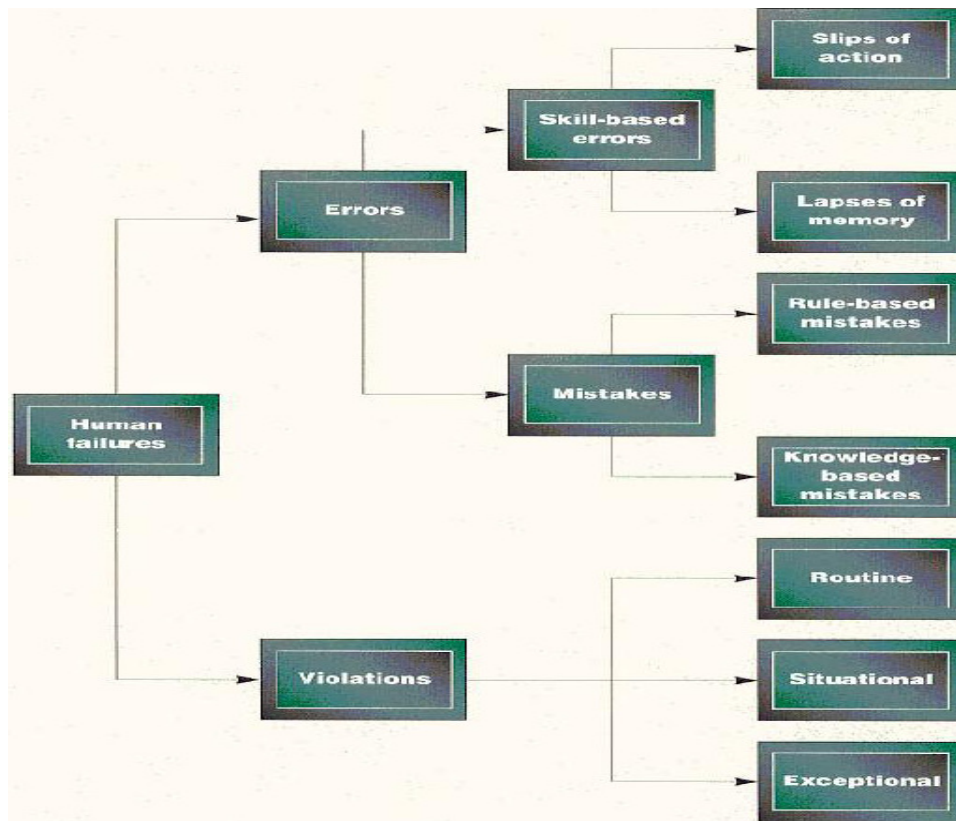


Figura 2.2 - Classificação de Falhas Humanas

Fonte: Adaptado Reason, 1990

Para Reason (1990) as falhas humanas dividem-se basicamente em duas tipologias:

Erros – são actos inseguros não-intencionais em que as actividades mentais ou físicas do operador falham o alcance de um resultado pretendido, devido a falta de habilidade ou percepção da situação, ou capacidade de julgamento ou de tomada de decisão. Estes actos podem ser denominados de “falhas honestas”.

Violações – são actos inseguros deliberados e (por isso negligentes), que não obedecem aos procedimentos e restrições previstas nas instruções publicadas, regulamentos ou outras directivas oficiais, gerando situações de risco.

No que concerne aos Erros, estes podem subdividir-se em:

Erros baseados na perícia - são falhas de execução, isto é, o plano seleccionado é adequado mas as acções associadas não se desenrolam como se pretende. Os erros baseados na perícia podem consistir-se em *descuidos* ou *lapsos*. Os *descuidos* são relacionados com as acções e associam-se à falta de atenção,

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

enquanto os ***lapses*** são eventos mais internos e são inerentes às falhas de memória. Os descuidos e os lapsos podem ocorrer durante o desempenho de tarefas de rotina e em ambientes que são familiares à pessoa. Devem-se a alguma preocupação, distração ou qualquer outra forma que impede a atenção. Podem também ser provocados por alterações no plano ou no ambiente de trabalho.

Exemplos de descuidos:

- Aplicar um binário de aperto excessivo.
- Mover um interruptor para cima em vez de para baixo.

Exemplo de lapso:

- Esquecer-se de colocar lubrificante numa peça.

Enganos – são falhas na intenção de determinada pessoa, ou seja, as acções podem decorrer conforme planeadas, mas o plano seleccionado inicialmente para alcançar o resultado pretendido é inadequado. Os enganos podem ser baseados em:

Regras – são falhas provenientes de julgamentos, tomadas de decisões ou resolução de problemas baseados em procedimentos que parecem ser correctos (e que por vezes não são as mais adequadas). Neste caso, pode suceder que não se aplique uma boa regra, pensando que esta é incorrecta, ou pode seleccionar-se uma regra incorrecta embora pensando que seja a ideal para determinado problema.

Conhecimentos - são erros que surgem quando o praticante se depara com uma situação nova, ultrapassando a “base de conhecimentos” com que ele está rotinado, aumentando deste modo a probabilidade de ocorrência de erros.

Exemplo de engano:

- Realizar correctamente um trabalho de manutenção para um determinado item de uma aeronave, mas no final descobrir que deveria ser feito para outro item.

As Violações por sua vez subdividem-se em 3 categorias:

Violações de rotina - neste caso, o quebrar das regras torna-se na forma normal de trabalhar dentro do grupo. Este comportamento pode dever-se a diversos aspectos como:

- Desejo de poupar tempo e energia;
- Percepção que certas regras são muito restritivas e não-aplicáveis;
- Falta de imposição de regras no local de trabalho.

Violações situacionais – o quebrar das regras é devido a situações específicas de trabalho, tais como: pressão para cumprir prazo, pessoal insuficiente face à elevada carga de trabalho, falta de equipamentos disponíveis, condições climatéricas adversas, etc.

Violações excepcionais – ocorrem raramente, resultam quase sempre por se estar perante uma situação nova, na qual o praticante pode sentir que é preciso quebrar alguma regra para resolver o problema, mesmo tendo a noção do risco que corre.

Exemplos de Violações: Detecta-se uma fenda de dimensão significativa na estrutura de uma aeronave, tapa-se com um material adesivo por cima da mesma como disfarce, e autoriza-se a libertação para voo da aeronave.

Para Reason (1997.b) enquanto os Erros ocorrem por falta de informação, as violações caracterizam-se por problemas motivacionais. Portanto, os Erros podem ser reduzidos através da melhoria da qualidade e pelo fornecimento da necessária informação no local de trabalho. Já a mitigação das violações depende de aspectos motivacionais e organizacionais.

2.3 O Erro Humano: um factor individual e colectivo

2.3.1 Falhas Activas e Falhas Latentes

De modo a compreender melhor as Teorias de Acidentes Organizacionais, convém distinguir dois termos, a saber: “Falhas Activas” e “Falhas Latentes”.

As Falhas Activas são os actos inseguros (erros e violações) cometidos pelos Elementos Activos de Manutenção. No caso concreto de um sistema de manutenção de aeronaves, esses elementos são os Técnicos de Manutenção Aeronáutica (TMA's).

Neste contexto, as falhas cometidas por esses elementos são denominadas de *activas* na medida em que desencadeiam efeitos adversos imediatos. Por exemplo, durante a montagem de uma janela de uma aeronave, o mecânico não cumpre determinado procedimento que assegura a fixação do elemento, sendo a aeronave posteriormente liberta para voo. Assim que a aeronave atingir uma certa altitude, devido à considerável diferença de pressão entre o exterior e o interior da cabine, a janela pode separar-se da aeronave, causando no mínimo uma depressurização no interior da aeronave. Esta falha interfere directa e imediatamente no controlo da aeronave e por extensão na segurança de voo.

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

Do lado oposto, encontramos as Falhas Latentes. Estas falhas caracterizam-se por deficiências nos principais elementos de um sistema de manutenção aeronáutica, nomeadamente:

- Lacunas na regulamentação (instruções de aeronavegabilidade continuada);
- Lacunas na supervisão e inspecção por parte da Gestão de Qualidade da própria empresa, e/ou das autoridades reguladoras nacionais e internacionais;
- Manutenção com qualidade deficiente;
- Indisponibilidade de adequadas ferramentas e equipamentos;
- Treino e qualificação do pessoal insuficientes;
- Características físicas do espaço de trabalho (ruído, fumo, luminosidade, etc.).

Ao contrário das Falhas Activas, as Falhas Latentes caracterizam-se pelo seu efeito retardado até a ocorrência do evento. Como exemplo de falha latente, destaca-se o acidente do Boeing 747 da JAL em 1985:

“O acidente ocorrido em 1985 com o Boeing 747 da Japan Airlines foi o que envolveu o maior número de vítimas até hoje, ocorrido com uma aeronave somente. O Voo JAL 123 partiu normalmente de Tóquio no dia 12 de Agosto daquele ano, procedente de Kyushu. Tinha sido reabastecido e levava 509 passageiros a bordo, com destino a cidade industrial de Osaka, a 400 quilómetros de distância. Depois de 11 minutos de voo, em condições visuais, a aeronave accionou o código de emergência no seu Transponder, que foi imediatamente visto pelo ecrã do controlo radar. Solicitou autorização para pouso em Haneda, mas não conseguia manobrabilidade suficiente para efectuar sequer as curvas. A aeronave tinha sofrido uma explosão por descompressão na cauda, devido à perda do estabilizador vertical, perdendo logo depois disto todos os controlos, com a rotura completa da secção 15 na parte traseira da fuselagem. Alguns segundos mais tarde o avião se chocava com o Monte Osutaka, causando a morte a 400 pessoas. Durante as investigações, peritos verificaram que houve uma reparação no cone de cauda traseiro, feito pela própria Boeing sete anos antes do desastre. Conforme Relatório Final do acidente, a cauda tinha sido retirada para reparações e na substituição, foi fixada com somente uma fileira de rebites onde seriam necessárias duas. Com o passar do tempo e decorrente da operação normal da aeronave, houve uma fadiga no material resultando na rotura abrupta de toda a parte. A descompressão deu-se imediatamente depois da rotura, a aeronave perdeu totalmente o controlo e o impacto foi inevitável. Logo depois da conclusão da investigação, o Engenheiro responsável pelos serviços, funcionário da Boeing, suicidou-se.” (Da Costa, 2007).

Da Costa (2007) complementa, dizendo que as falhas latentes decorrentes de manutenção aeronáutica inadequada podem demorar anos até serem detectadas ou simplesmente podem emergir e explodir como uma bomba-relógio, se estiverem em locais que requerem menos inspecção de rotina, como no caso do Jumbo da Japan Airlines.

2.3.2 Perspectiva Individual do Erro Humano

Diariamente as empresas de manutenção deparam-se com o risco de acidentes tanto do lado ar (aviões em voo) como do lado terra (nas rampas ou nos hangares) impulsionado pelos diversos agentes individuais que exercem várias funções em diferentes níveis nas respectivas empresas. Analisando relatórios de acidentes aéreos causados por erros de manutenção, é fácil constatar que a esmagadora maioria destes resulta de falhas individuais. De acordo com Reason (1997; 2004) os erros individuais são os que ocorrem com maior frequência.

O Especialista em Segurança da Aviação, Gordon Dupont, identificou 12 factores de índole física, fisiológica e psico-social que, segundo ele, são os principais responsáveis pela limitação da performance e contribuem para a ocorrência de erros humanos individuais em manutenção de aeronaves, denominados por “Dirty Dozen” (Lourenço da Saúde, 2009):

- Falta de comunicação*;
- Falta de trabalho em equipa;
- Falta de assertividade;
- Complacência (relaxe);
- Distracção;
- Pressão sobre o trabalho*;
- Falta de recursos humanos e materiais;
- Falta de formação;
- Falta de sensibilização;
- Incumprimento de normas;
- Stress individual;
- Fadiga individual*.

Contudo, os acidentes aéreos (desde que não envolvam actos de terrorismo) nunca acontecem devido a um acto isolado. Qualquer incidente ou acidente aéreo tem como causa uma cadeia de eventos ou erros individuais e isolados que se propagam sob o efeito “dominó” e afecta uma organização inteira. Se se conseguir eliminar um desses erros individuais, evita-se o incidente ou acidente.

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

A teoria da cadeia de eventos em incidentes e acidentes aéreos é demonstrada na figura 2.3, onde se pode observar que estes são de cariz organizacional, surgindo da combinação de eventos em todos os patamares da organização.

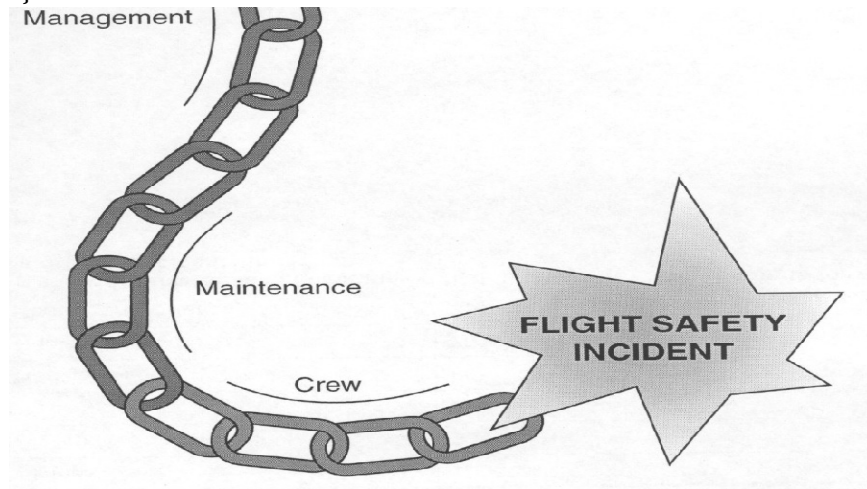


Figura 2.3 - Cadeia de Eventos em incidentes/acidentes aéreos

Fonte: Reason, 1997.a

Se por um lado é mais fácil corrigir uma peça de uma aeronave do que um problema de um indivíduo de uma organização de manutenção, por outro lado é mais fácil uma organização de manutenção apontar o erro a um indivíduo do que à sua própria entidade como um todo. Geralmente, o indivíduo com menos “status” em todo este processo arrisca-se a ser o elo mais fraco e o responsável pelo acontecimento (Reason, 1997.a).

Tomando como referência o acidente organizacional, neste caso recorrendo a um exemplo fora da indústria aeronáutica, consegue-se detectar a “Teoria do elo mais fraco”: o desastre do reactor nuclear em Chernobyl ocorrido em Abril de 1986.

“Valeri Legasov era o principal investigador do desastre...Em Setembro do mesmo ano, numa conferência internacional em Viena, ele foi o porta-voz soviético a falar deste acidente. Ele culpabilizou e endereçou os erros e as violações aos operadores da companhia. Mais tarde ele confidenciou a alguns amigos: Eu disse a verdade em Viena, mas não toda a verdade”. Reason (1997.a, p.15).

De igual modo, deve-se encarar e investigar qualquer incidente ou acidente aéreo numa perspectiva organizacional, ou seja, um assunto de compatibilidade e interacção entre um Sistema Organizacional e os elementos humanos que o integram.

2.3.3 Perspectiva Organizacional do Erro Humano

Esta forma de abordar tem ganho importante afirmação no sector da Aviação nas últimas duas décadas. O conceito de MRM que se encontra inserido no seu seio, tentando compreender e mitigar os erros humanos em manutenção de aeronaves que causam perdas materiais e humanas, foca-se na melhoria de condições organizacionais. É com base no reconhecimento e da análise dos erros individuais que se tiram ilações com vista a criar, desenvolver e otimizar o desempenho e o sucesso colectivo de uma organização.

Os erros organizacionais ou de sistemas de manutenção aeronáutica devem-se em grande parte a factores como:

- Planeamento insuficiente de trabalho, o que acarreta horas extras e elevada pressão de trabalho;
- Falta de sistemas de tipo Safety (segurança) e barreiras defensivas;
- Respostas inadequadas a incidentes anteriores;
- Gestão unicamente baseada em comunicações horizontais;
- Deficiente coordenação e responsabilidade;
- Cultura deficiente de segurança e gestão de saúde.

Reason (1997.a) defende que em qualquer organização existem potenciais focos de risco propícios a ocorrência de perdas, como mostra a sequência da figura 2.4.

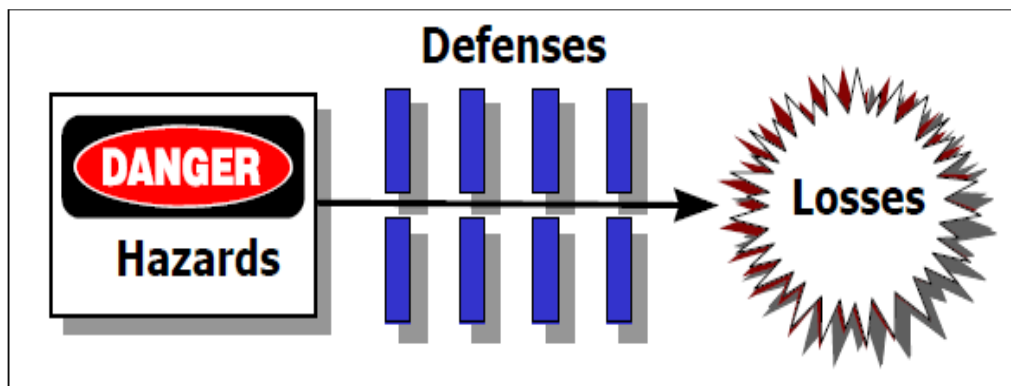


Figura 2.4 - Perigos, defesas e perdas num Sistema Organizacional

Fonte: Reason, 1997.a

Os perigos consistem em situações anormais e de risco que podem conduzir a perdas.

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

As defesas são os elementos humanos, técnicos e organizacionais disponíveis para evitar perdas.

As perdas consistem em incidentes ou acidentes dentro da organização que resultam em prejuízos físicos (humanos e/ou materiais), financeiros, etc (Reason, 1997.a).

É neste âmbito que qualquer organização de manutenção deve inserir-se no seio de dois pólos: a Produção/Manutenção (operações) e a Protecção (safety).

Para Reason (1997.a) a Produção (as Operações) é o principal objectivo de qualquer sistema organizacional, é dela que depende o sucesso financeiro e prestígio de uma empresa. No entanto, o incremento do processo de produção acaba por fomentar factores de risco. Estes factores podem condicionar ou limitar a performance dos indivíduos e acabar por afectar o sistema organizacional no seu todo. A Protecção centra-se essencialmente no incremento da protecção dos elementos da componente técnica e humana, traçando estratégias de defesa dentro do ambiente de trabalho. Muitas empresas encaram a Protecção como um elemento que atrai muitos recursos humanos e financeiros, colocando em risco o sucesso e a viabilidade económica das empresas.

Com a figura 2.5 Reason (1997.a) explica graficamente este paradoxo Produção-Protecção. O aumento da Produção acarreta a possibilidade do surgimento de catástrofes (acidentes ou incidentes). Por outro lado, a Protecção em demasia pode ter consequências económicas negativas, podendo levar a organização à falência.

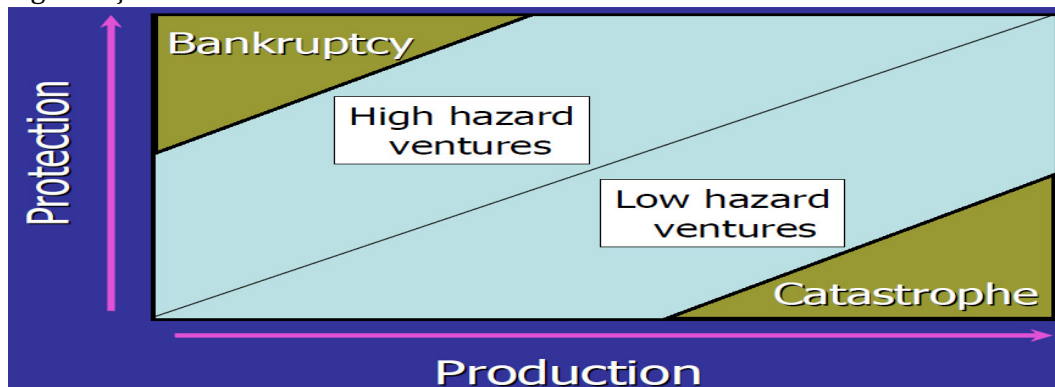


Figura 2.5 - Modelo gráfico de Produção vs Protecção

Fonte: Reason, 1997.a

Da origem do gráfico parte uma linha designada de “zona de paridade”. No caso das empresas de manutenção aeronáutica o sucesso global das mesmas exige

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

situar-se nesta zona. É onde conseguem ter um processo produtivo optimizado, com boa rentabilidade financeira e margem de segurança no desempenho das suas operações técnicas.

Segundo Reason (1997.a) os acidentes em organizações aeronáuticas processam-se em três patamares (figura 2.6):

- Nos Factores Organizacionais;
- Nos Factores do local de trabalho;
- E nos Actos Inseguros.

Nos Factores Organizacionais encontramos as Direcções de Manutenção das empresas aeronáuticas, os fabricantes de componentes, as entidades reguladoras nacionais e autoridades aeronáuticas internacionais como a IATA, ICAO, FAA, EASA, etc. São esses organismos que delineiam e estabelecem as normas que levam às decisões estratégicas, os aos processos organizacionais, às auditorias, afectam meios, definem modelos de comunicação, estabelecem o planeamento e a gestão de recursos. As decisões mais importantes de um sistema de manutenção aeronáutica, bem como o termo “Just Culture” (que se verá mais a frente) partem dos Factores Organizacionais.

Os Factores do local de trabalho situam-se no patamar intermédio. Recebem a informação relativa ao processo de manutenção proveniente das autoridades organizacionais e de seguida transmitem-na aos Elementos Activos do Sistema. Estes factores são na sua maioria de carácter físico, o ambiente (hangar, salas de controlo, rampa, etc) dentro do qual os Elementos Activos (Técnicos de Manutenção Aeronáutica por exemplo) operam. Dependem de falhas latentes como os “dirty dozen”, da qualidade das ferramentas de trabalho disponíveis, da qualidade da comunicação e interface-homem-máquina, da qualidade dos supervisores/trabalhadores, das condições salariais e estatuto, da existência de treino insuficiente, da qualidade do suporte documental (manuais e log-books não actualizados e/ou com linguagem complicada) e fraca cultura de segurança. Essas pré-condições ou falhas latentes podem combinar com a tendência humana natural para cometer erros e desencadear um evento organizacional (Reason 1997.a).

O patamar imediatamente posterior aos eventos organizacionais é formado pelos Actos Inseguros. Nesta zona encontramos os Elementos Activos do sistema (Indivíduos das operações técnicas). Eles são os agentes que trabalham de uma forma activa e directa na manutenção das aeronaves e são susceptíveis de cometer

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

os actos inseguros (erros e violações). Esta barreira dos Actos Inseguros é uma linha ténue que separa o sistema organizacional dos eventos de Manutenção.

Baseando-nos na figura 2.6 pode afirmar-se que as falhas latentes numa organização de manutenção aeronáutica alojam-se nos Factores Organizacionais e do Local de Trabalho e ficam a espera da ocorrência de falhas activas dos Indivíduos de Manutenção para desencadear um evento de manutenção.

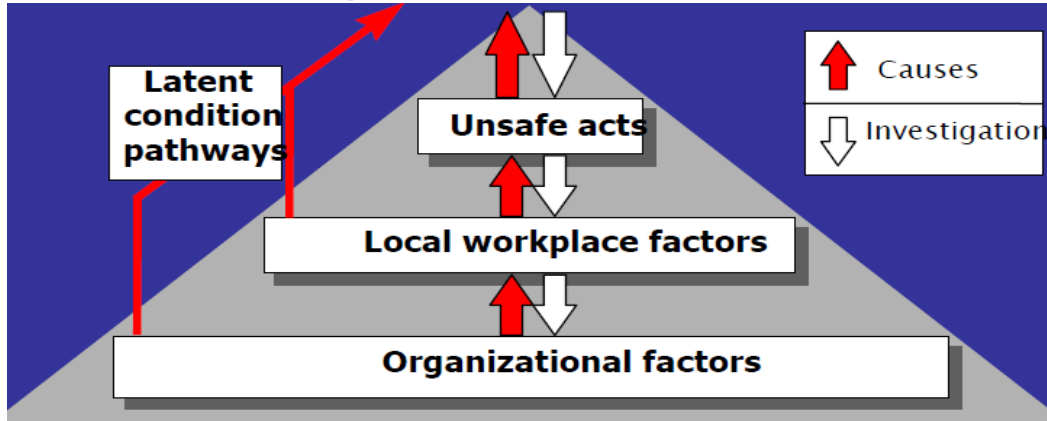


Figura 2.6 – Componentes de um Sistema Organizacional

Fonte: Reason (1997.a, 2004)

A figura 2.6 ainda mostra que as causas dos eventos de manutenção partem dos Factores Organizacionais até ao evento. Por outro lado, a investigação das causas dos eventos deve percorrer o sentido inverso, isto é, partindo da análise do evento (“O quê?”) até chegar aos Factores Organizacionais (“Onde, Quando e Porquê?”).

A Tabela 2.2 fornece-nos as principais características que distinguem os acidentes baseados em erros individuais e em erros organizacionais.

Tabela 2.2 – Diferenças entre acidentes causados por erros individuais e erros organizacionais

Quadro-Síntese sobre os Erros Individuais e Organizacionais	
Acidentes baseados em Erros Individuais	Acidentes baseados em Erros Organizacionais
Frequentes	Raros
Causas e consequências limitadas	Múltiplas causas e consequências
Poucas ou nenhuma defesa	Várias defesas
Descuidos e lapsos	Julgamento e decisão

Fonte: Reason, 2004

2.3.4 O Modelo Teórico de Reason

Reason (1990; 1997.a) também denomina este modelo de “Modelo do Queijo Suíço”, como se verá mais adiante e teoricamente aplica-o com sucesso em Sistemas Organizacionais de Manutenção Aeronáutica.

Segundo esta teoria, os acidentes aéreos causados por erros de manutenção podem ser evitados se forem criadas barreiras ou mecanismos de defesa para dissipar situações de risco em cada sector de um sistema organizacional de manutenção aeronáutica. Neste caso, como nos mostra a Figura 2.7, qualquer sistema deve visar este cenário, como sendo o ideal ou o perfeito para si.

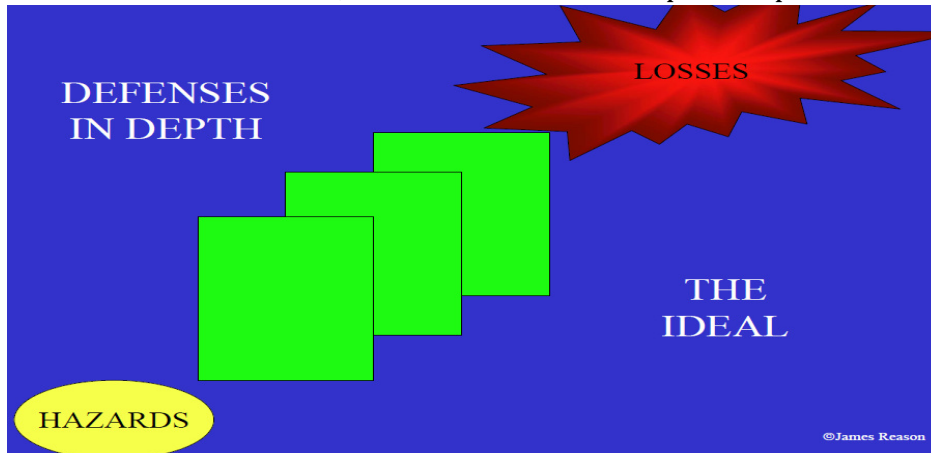


Figura 2.7- Modelo Ideal para a não-ocorrência de Eventos de Manutenção Aeronáutica

Fonte: Reason (1997.a, 2004)

Mas na realidade tudo se processa de maneira diferente, como se pode ver na Figura 2.8. A Manutenção Aeronáutica é uma indústria que apresenta probabilidades de falhas catastróficas, gerando no seu seio significativos riscos e ameaças. A Figura 2.8 exhibe também os “buracos, lacunas ou deficiências” do sistema por onde se propagam os riscos. Se esses riscos não forem diagnosticados e dissipados por nenhuma das barreiras, estendem-se até a ocorrência do desastre. Se uma das barreiras detectar a ameaça, esta pode ser eliminada logo aí e evita-se a extensão da sequência de eventos.

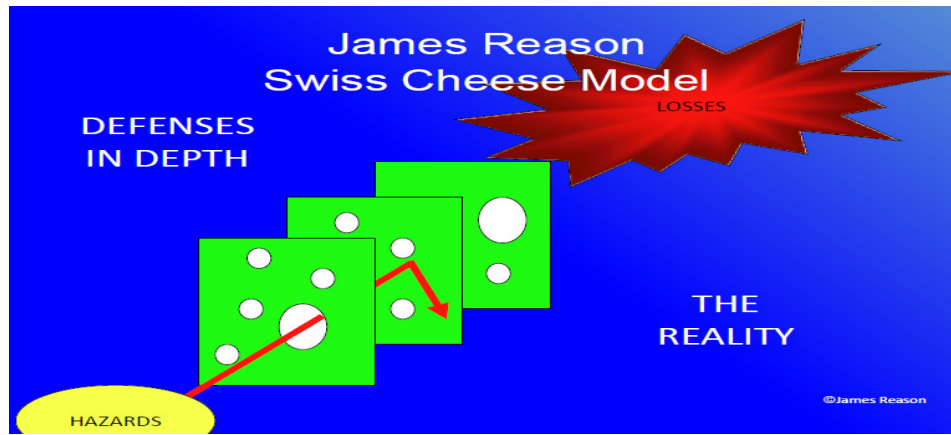


Figura 2.8 - Modelo Real para a ocorrência de Eventos de Manutenção Aeronáutica

Fonte: Reason (1997.a, 2004)

Wiegmann e Shappell, com base na teoria do Reason, referenciam quatro elementos que compõem o sistema organizacional. Com esta nova aproximação, Wiegmann and Shappell (2003) viriam a desenvolver de seguida, o *Human Factors Analysis and Classification System (HFACS)* de modo a colmatarem as limitações deixadas pelo Modelo de Reason.

Na Figura 2.9, encontra-se ilustrado o “Modelo do Queijo Suíço” inicialmente apresentado por Reason, e que mais tarde viria a ser adaptada por Wiegmann e Shappell.

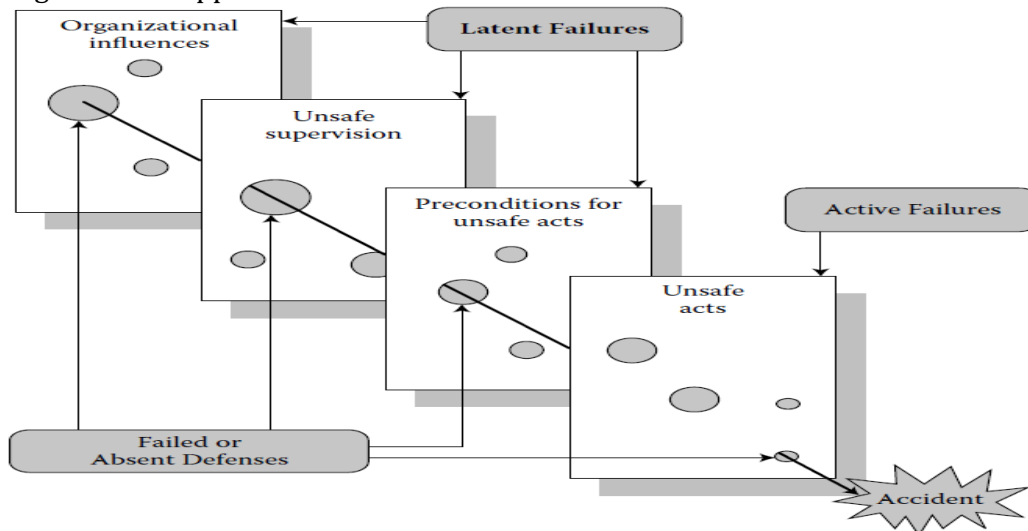


Figura 2.9 - Modelo do “Queijo Suíço”

Fonte: Adaptado de Reason (1990); Wiegmann and Shappell (2003)

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

Conforme a Figura 2.9 os quatro principais elementos que separam as situações de risco de um acidente, descritos neste modelo são (Wiegmann and Shappell, 2003; Martinussen and Hunter, 2010):

- Influências Organizacionais;
- Supervisão Insegura;
- Pré-condições para actos inseguros;
- Actos Inseguros.

O elemento “Influências Organizacionais” é o principal componente do sistema e onde têm origem as falhas latentes que depois desencadeiam a sequência de acontecimentos até a ocorrência do acidente. Estas influências são condicionadas pela gestão dos recursos, clima organizacional e processo organizacional. O controlo de todos os processos que dizem respeito a este elemento são da tutela dos Órgãos de Gestão e Direcção de Manutenção (por exemplo: do sistema de Qualidade), e ainda das Autoridades e Agências nacionais e internacionais que regulam o sector aeronáutico e alguns Ministérios Governamentais.

O elemento “Supervisão Insegura” provém de supervisões inadequadas, operações impropriamente planeadas, falhas na correcção de problemas e violações de supervisão.

As Pré-condições para actos inseguros derivam de factores, tais como:

- Factores ambientais (ambiente físico e ambiente tecnológico);
- Condições dos operadores (estados mentais e fisiológicos adversos, limitações físicas e mentais);
- Factores pessoais (Crew/Maintenance Resource Management e prontidão pessoal).

Os Actos inseguros baseiam-se nos diferentes tipos de erros e violações, como já foi visto anteriormente.

Nos três primeiros elementos do Modelo do “Queijo Suíço”, os “buracos” mencionados por Reason (1990; 1997.a) são mais propícios de se desenvolverem e propagarem, devido as falhas latentes inevitavelmente presentes. Estas falhas

ficam a mercê de falhas activas provocadas pelos indivíduos da linha da frente para depois originarem um evento de manutenção.

Vantagens e Limitações da Teoria do “Queijo Suíço”

Esta teoria do Dr. Reason para além de ser dos pioneiros neste ramo também é útil, na medida em que aborda as operações aeronáuticas mediante uma perspectiva ergonómica e classifica-as como um sistema produtivo complexo. Do ponto de vista teórico descreve de forma adequada o processo de evolução de acidentes, por exemplo, num sistema de manutenção aeronáutica.

Porém, para Wiegmann and Shappell (2003) este modelo apresenta algumas limitações:

- Falha na identificação e descrição da exacta natureza de alguns “buracos do queijo” (falhas latentes), o que não convém aos investigadores de acidentes aéreos, por exemplo. Estes acabam por recorrer a modelos mais práticos, como é o caso do Modelo SHELL, de modo a quantificar os riscos inerentes às falhas que provocam os acidentes.
- As limitações acima mencionadas inviabilizam a sua aplicação prática no mundo da Aviação.

Nota: O Modelo SHELL é um modelo de avaliação do desempenho humano, em que o Homem encontra-se no centro de um Sistema abrangido por Hardware, Software, Ambiente e Homens (relações inter-pessoais). Uma excelente interacção entre estes elementos numa empresa aeronáutica constitui uma chave para o sucesso da mesma em todos os níveis. Mais à frente neste trabalho descreve-se detalhadamente este modelo. No penúltimo capítulo deste texto, descreve-se o resultado de um inquérito baseado numa actualização deste modelo – o Modelo SHELLO.

Neste capítulo aborda-se, ainda que de forma simplificada, vários aspectos relacionados com o erro, com especial enfoque no domínio da aeronáutica tende naturalmente para o erro. As actividades aeronáuticas atraem uma ampla escala de seres humanos e conseqüentemente situações de risco.

Uma das formas mais eficazes de controlar esses riscos é formar e informar o pessoal aeronáutico acerca das suas limitações físicas, fisiológicas e psicocognitivas, e como agir no seu ambiente de trabalho.

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

No entanto, essa formação em Factores Humanos tem que abranger as Organizações Aeronáuticas no seu todo, criando um espírito de equipa e entreajuda para que haja uma mitigação do erro humano e um crescimento bem sucedido das mesmas.

CAPÍTULO

3

O Risco e o Erro Humano em Manutenção de Aeronaves

Neste capítulo faz-se uma síntese dos principais eventos de manutenção e incidentes/acidentes aéreos ocorridos a nível mundial devido ao erro humano. Também se aborda o conceito de risco, descrevendo detalhadamente os principais factores de risco que contribuem para o erro humano em manutenção de aeronaves.

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

Como visto no capítulo anterior, o risco e o erro humano são dois conceitos extremamente interligados na aviação. A condição humana é propensa ao surgimento de diversas situações de risco, e os ambientes de manutenção aeronáutica, onde o desempenho humano é significativamente decisivo, não são uma excepção.

3.1 Retrospectiva de Incidentes, Acidentes Aéreos e Eventos em Manutenção de Aeronaves

A começar este tópico convém definir dois conceitos diferentes mas que são intrinsecamente relacionados: Incidente Aéreo e Acidente Aéreo.

Segundo o Anexo 13 da ICAO (ICAO, 2001):

- ❖ Incidente Aéreo – é qualquer evento, que não um acidente, associado à operação duma aeronave, e que possa afectar a segurança da sua operação.
- ❖ Acidente Aéreo – é uma ocorrência com a operação de uma aeronave, desde o momento em que qualquer pessoa entra nela com intenção de voar, até ao momento do seu desembarque, em que:

a) Uma pessoa morra ou fique seriamente ferida como resultado de:

- Estar no interior da aeronave ou em contacto directo com qualquer das suas partes ou componentes, incluindo aquelas que tenham sido desmontadas ou removidas;
- Exposição directa ao jacto proveniente de um motor de uma aeronave.

Nota: Excepto quando as lesões são de causas naturais, auto-infligidas ou infligidas por outras pessoas, ou quando os danos são a passageiros clandestinos escondidos fora das áreas normalmente reservadas aos passageiros e tripulantes.

b) A aeronave tenha sofrido danos ou falhas estruturais que:

- Afectam negativamente a resistência estrutural, o desempenho ou as características de voo da aeronave;
- Normalmente exigiriam grande reparação ou substituição do componente afectado, excepto para dano ou avaria do motor, quando o dano é limitado ao motor, ao seu revestimento ou acessórios; ou para danos que se limitem aos hélices, pontas das asas, antenas, pneus, travões, revestimentos, pequenas deformações, ou à furos no revestimento da fuselagem.

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

- c) A aeronave desapareça ou esteja completamente inacessível, não sendo possível aceder-se ao local onde possa estar.

Quando ocorrem acidentes ou incidentes em ambientes de manutenção aeronáutica, estes são denominados de Eventos ou Ocorrências de Manutenção. Simmons (2007) considera que a maioria dos eventos de manutenção relatados e investigados pela AAIB são incidentes e não acidentes, e que os incidentes são menos “espectaculares” do que os acidentes, mas mesmo assim acarretam também avultados custos.

Na Tabela 3.1 encontram-se registados os acidentes aéreos mais marcantes devido a erros de manutenção mais marcantes entre 1979 e 1996, as suas respectivas causas, companhias aéreas e aeronaves, data e localização.

Tabela 3.1 – Principais Acidentes aéreos devido a erros de manutenção, 1979 à 1996

Data	Companhia Aérea e Aeronave	Localização	Causa
25-05-1979	American Airlines DC-10	Chicago	Falência de Motor
05-05-1983	Eastern Airlines L-1011	Bahamas	Dano em O-rings
12-08-1985	JAL Boeing-747	Japan	Falência de <i>Bulkhead</i>
28-04-1988	Aloha Airlines B-737	Hawai	Falência de Fuselagem
08-01-1989	BM Airways B-737	Manchester	Falência de Câmara de Combustão
19-07-1989	United Airlines DC-10	Iowa	Falência de Pá de Fan
11-09-1991	Continental Express Embraer	Texas	Falência de Sistema Anti-gelo
01-03-1994	Northwest Airlines B-747	Narita	Falência de Motor
08-06-1995	ValuJet DC-9	Atlanta	Falência de Turbina
11-05-1996	ValuJet DC-9	Florida	<i>“Hazardous Materials”</i>
02-10-1996	AeroPeru B-757	Perú	Tubo de Pitot colmatado

Fonte: Adaptado ERAU, 2000

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

Segundo um estudo conduzido nos Estados Unidos da América, a média anual de acidentes aéreos fatais devido a erros de manutenção entre 1988 e 1997 foi de 18% (Goldman, Fiedler and King, 2002). Os resultados desse estudo podem ser vistos na Tabela 3.2.

Tabela 3.2 – Número de fatalidades e acidentes devido à erros de manutenção, entre 1988 e 1997

Ano	Fatalidades	Acidentes
1988	21	132
1989	84	176
1990	34	146
1991	54	160
1992	73	151
1993	39	123
1994	52	122
1995	48	134
1996	51	159
1997	48	171
Total	504	1474

Fonte: Adaptado Goldman, Fiedler and King, 2002

De acordo com Xavier (2005), entre 1982 e 1991, foram registados e submetidos 1270 Mandatory Occurrence Reports (MOR's) no Reino Unido que envolveram erros de manutenção ao Departamento de Dados de Safety da CAA. Destes, apenas 230 resultaram em ocorrências inesperadas ou indesejadas e que interromperam os normais procedimentos operativos, devido a acidentes ou incidentes. Quanto aos restantes MOR's, a CAA concluiu que não representavam riscos para o público. Entre 1992 e 1994 foram registados 230 MOR's e 534 entre 1995 e 1996.

Um estudo da Boeing em 1993 a 122 ocorrências entre 1989 e 1991 revelou que 56% dos erros humanos resultaram de omissões. Dessas omissões, mais de

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

30% relacionavam-se com instalações incorrectas feitas nas aeronaves (Xavier, 2005).

Num teste *in loco* levado a cabo pela Boeing entre 1994 e 1995 à nove organizações de manutenção, foram encontrados os principais tipos, causas e resultados de erro humano em manutenção, indicados na Tabela 3.3.

Tabela 3.3 – Teste *in loco* realizado pela Boeing, entre 1994 e 1995

Eventos Operacionais	Tipos de Erros de Manutenção	Factores Contribuintes
Três Principais Itens		
Atraso do voo (30%)	Instalação Incorrecta (35%)	Informação (50%)
Danos na Aeronave (23%)	Teste Incorrecto (15%)	Comunicação (42%)
Air Turn Back (15%)	Serviço Incorrecto (12%)	Tarefa / Ambiente (40%)

Fonte: Adaptado (Xavier, 2005)

Em 1998 o Australian Transport Safety Bureau (Hobbs and Williamson, 1998) efectuou uma pesquisa dirigida a cerca de 1400 Engenheiros com Licença para Manutenção Aeronáutica. O estudo foi posteriormente endereçado a outros Engenheiros, mas de empresas não-aeronáuticas, de modo a se fazer algumas comparações.

Os eventos ou ocorrências de manutenção nas empresas aeronáuticas mais relatados pelos inquiridos foram:

- Sistemas operados de forma insegura durante a manutenção;
- Eventos durante a movimentação de aeronaves com reboque;
- Instalações incompletas de sistemas e/ou componentes.

Da parte das empresas não-aeronáuticas as ocorrências mais comuns identificadas foram:

- Posicionamento e montagem incorrecta;
- Instalações incompletas;
- Contacto de pessoas com perigos.

A Tabela 3.4 apresenta todos os eventos de manutenção pesquisados nesse estudo e as suas respectivas percentagens.

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

Tabela 3.4 – Principais Eventos de Manutenção

Erros em Manutenção	Empresas Aeronáuticas	Empresas Não-Aeronáuticas
Sistema operado de forma insegura durante a manutenção	18%	7%
Eventos de reboque de aeronaves	9%	3%
Instalações incompletas (todas as partes)	8%	9%
Contacto de pessoas com perigos	7%	9%
Contacto de veículos ou equipamentos com aeronaves	7%	1%
Montagem ou posicionamento incorrecto	6%	11%
Material deixado em aeronaves	4%	5%
Partes danificadas durante reparação	4%	2%
Painél ou bujões não fechados	3%	3%
Equipamento ou componente instalado incorrectamente	3%	4%
Componente não instalado	3%	6%
Serviço requerido mas não realizado	3%	4%
Degradação não detectada	1%	5%
Outros	24%	31%

Fonte: Adaptado (Hobbs and Williamson, 1998)

Os principais factores de risco associados aos referidos eventos encontram-se sumariados na Tabela 3.5 abaixo:

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

Tabela 3.5 – Principais causas dos Eventos em Manutenção

Factores catalisadores dos Eventos	Empresa Aeronáutica	Empresa Não-Aeronáutica
Pressão sobre o trabalhador	21%	23%
Fadiga do pessoal	13%	14%
Falta de coordenação	10%	11%
Treino insuficiente	10%	16%
Supervisão deficiente	9%	10%
Falta de equipamento	8%	3%
Ambiente inadequado	5%	1%
Deficiente documentação	5%	4%
Deficiente procedimento	4%	4%

Fonte: Adaptado (Hobbs and Williamson), 1998

Uma pesquisa dirigida às equipas de manutenção da aviação militar na Ásia, revelou resultados semelhantes aos da Australian Transport Safety Bureau (ATSB) no mercado civil. A pesquisa foi conduzida bi-anualmente entre 1999 e 2003 a 2500 Técnicos de Manutenção Aeronáutica (Xavier, 2005). Os resultados em 1999 detectaram as 3 principais violações de regras:

- Serviço realizado sem ter por base um checklist;
- Execução das tarefas feitas à pressa;
- Omissão de passos durante a execução das tarefas.

Aproximadamente 20% dos inquiridos afirmaram que violavam regras diária ou semanalmente, devido a três principais razões:

- Muito trabalho em muito curto período de tempo;
- Insuficiente mão-de-obra;
- Pressão de tempo para completar as tarefas de manutenção.

No capítulo seguinte deste trabalho é possível observar que os resultados finais dessa pesquisa já em 2003 apresentaram conclusões mais positivas face às

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

de 1999, isto devido a introdução de iniciativas e programas sobre Factores Humanos em Manutenção Aeronáutica (Xavier, 2005).

Em 2003 várias organizações de manutenção aeronáutica do Reino Unido apresentaram um seminário onde foram descritos os principais factores associados ao erro humano. Para tal, foi utilizada a ferramenta Maintenance Error Management System (MEMS), baseada no mesmo princípio de funcionamento do Maintenance Error Decision Aid (MEDA) da Boeing. Estas duas ferramentas serão descritas também no capítulo seguinte deste trabalho. Este seminário identificou os seguintes dados, referidos na Tabela 3.6 (Xavier, 2005).

Tabela 3.6 – Dados de Erro humano pesquisados através do MEMS
no Reino Unido, em 2003

Em termos da instalação de componentes	Em termos de pesquisa de avarias (Fault Isolation)	Em termos da realização das tarefas
Três Principais Items		
Instalação incompleta	Sistema desactivado ou não reactivado	Serviço não realizado
Posicionamento errado	Indevidamente testado	Sistema desactivado ou não reactivado
Sistema desactivado ou não reactivado	Indevidamente inspeccionado	Falta de fluido
Três Principais Factores		
Factores de desempenho individual	Factores de desempenho individual	Informação
Informação	Informação	Comunicações
Conhecimentos e aptidões técnicas	Comunicações	Factores de desempenho individual

Fonte: Adaptado Xavier, 2005

Xavier (2005) ainda conclui que os erros em manutenção aeronáutica nos Estados Unidos da América, Austrália, Ásia e no Reino Unido têm aumentado nas últimas três décadas e continuam a afectar a indústria da Aviação, nomeadamente na área militar. Essa tendência deve-se essencialmente a deficiências na cultura

operacional e organizacional e aos processos de trabalho. Outro factor é a pressão do tempo devido a falta de mão-de-obra e excesso de carga de trabalho.

Actualmente os treinos em Factores Humanos têm focado nessas deficiências, em certas regras e nas respectivas consequências. Todavia, ainda existe uma acentuada tendência para a ocorrência destes erros e violações no campo da Manutenção Aeronáutica (Xavier, 2005).

3.2 África e o Programa “Safe Skies For Africa”

Uma das medidas que mais marcou a aviação internacional neste início do século XXI foi o lançamento do Programa “Safe Skies For Africa” para combater os baixos níveis de safety e security ¹ na aviação africana, como se averiguará neste tópico do trabalho.

Actualmente, o tráfego aéreo no continente africano representa apenas 4% do mundial, uma percentagem muito inferior àquelas alcançadas pela América do Norte, Europa, Ásia e América do Sul. Entretanto, a África apresenta o maior índice de acidentes aéreos por número de voos anualmente (17% dos acidentes aéreos entre os anos de 2001 e 2007 ocorreram em África).

Por intermédio da Figura 3.1 pode-se averiguar o ratio Acidente por cada Milhão de partidas. O continente africano apresenta uma razão de 4,93, um valor muito superior à regiões com maior tráfego como a América do Norte e a Europa.

¹ Safety significa segurança de voo; Security significa segurança de pessoas e bens.

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

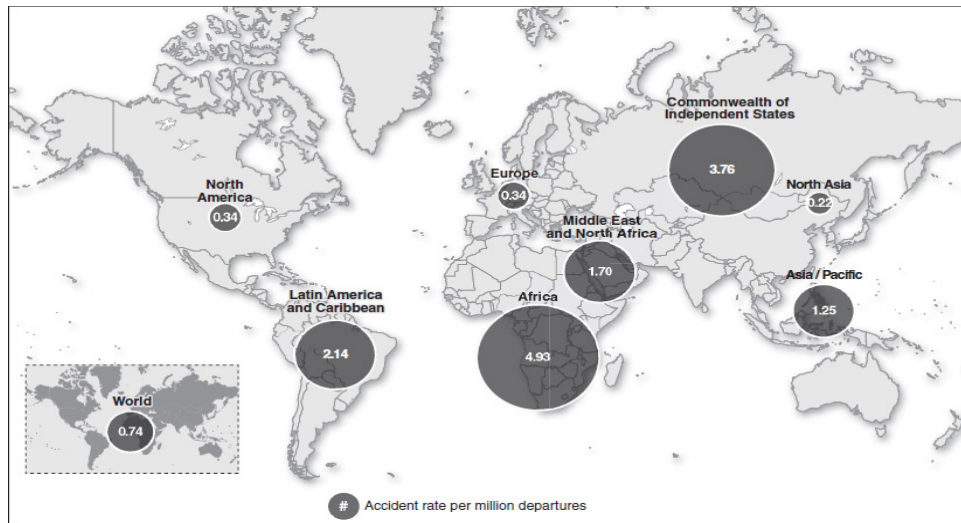


Figura 3.1 - Acidentes aéreos, por regiões do mundo, 2005 a 2009
Fonte: GAO, 2009

Os dados que se seguem na Tabela 3.7 permitem ter uma noção em como nos últimos 60 anos tem sido elevada a percentagem de acidentes aéreos no continente africano, relativamente a outras regiões com tráfego aéreo muito superiores.

Tabela 3.7 – Estatísticas de Acidentes aéreos por continentes (1945-2007)

Continente	Acidentes	Percentagem aproximada de Acidentes (%)
América do Norte	839	25%
Europa	753	22%
Ásia	633	19%
América do Sul	557	16%
<i>África</i>	<i>318</i>	<i>9%</i>
América Central	144	4%
Austrália	103	3%
Águas Internacionais	68	2%
Pólos Norte e Sul	5	0%
TOTAL	3420	100%

Fonte: Adaptado (<http://www.southafrica.to/transport/Airlines/airline-accidents/Africa-air-safety.php5>)

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

Esses dados reflectem as imensas deficiências que muitos países africanos apresentam a nível da aviação, nomeadamente em aspectos de Segurança (safety) e onde se incluem os recursos humanos e materiais em Manutenção Aeronáutica.

Por ser um continente determinante no sucesso da Aviação Mundial do século XXI, aquele tem recebido na última década inúmeros apoios e incentivos da Comunidade Internacional de modo a alcançar progressos nesse sector. Um dos apoios mais importantes é o Programa “Safe Skies For Africa (SSFA)”.

Esta iniciativa tem sido promovida pelos Estados Unidos da América desde 1998 e visa essencialmente apoiar o progresso da Aviação na África, na medida em que este continente pode apresentar-se como um forte parceiro económico para os E.U.A e para o mundo inteiro. Este programa é uma oportunidade para alguns países africanos desenvolverem as suas actividades aeronáuticas para qualquer outra região do globo sem restrições, e consequentemente fortalecer as suas economias. Mas o seu sucesso depende também da aceitação e do reconhecimento como um meio prioritário para o desenvolvimento económico desses mesmos países por parte dos respectivos líderes políticos (Hunter, 2007).

Algumas das instituições que financiam ou colaboram neste programa são:

- The Federal Aviation Administration (FAA);

- The Transportation Security Administration (TSA);

- The National Transportation Safety Board (NTSB);

- Millennium Challenge Corporation (MCC);

- Export-Import Bank of the United States;

- The U.S. Trade and Development Agency;

- The Office of the United States Trade Representative;

- The U.S. Department of Defense;

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

- The U.S. Department of State;
- The World Bank Group;
- International Civil Aviation Organization (ICAO).

A Tabela 3.8 fornece os valores monetários gastos pelas organizações acima mencionadas na implementação deste programa entre 2000 e 2007.

Tabela 3.8 – Fundos aplicados no SSFA entre 2000 e 2009

Ano Fiscal	Fundos (em US Dólares)
2000	1.000.000
2001	4.995.000
2002	3.000.000
2003	8.500.000
2004	6.470.500
2005	3.472.000
2006	1.970.000
2007	2.000.000
2008	0
2009	0

Fonte: Adaptado GAO, 2009

Nos anos de 2008 e 2009 o governo Norte-americano não despendeu quaisquer verbas, de modo a que os países membros pudessem ser autónomos na gestão dos recursos que o Programa já dispõe.

Os países que neste momento são contemplados com esta iniciativa são: Angola, Camarões, Cabo Verde, Costa do Marfim, Quénia, Mali, Tanzânia, Zimbabwe, Namíbia, Uganda e Djibuti. Complementarmente, existem assistentes desses países membros que se deslocam à outros países africanos para partilhar as experiências adquiridas neste programa (Hunter, 2009).

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

As actividades propostas pelo programa Safe Skies For Africa abrangem as seguintes áreas:

- Safety na Aviação;
- Security na Aviação;
- Navegação aérea;
- Aeroportos;
- Formação e Qualificação;
- Investigação de acidentes/incidentes.

No caso do Safety na Aviação estão incluídos por exemplo, os assuntos relacionados com a Performance Humana em Voo e na Manutenção de aeronaves. Neste âmbito, a ICAO e a FAA têm desenvolvido em parceria, documentos reguladores da Aviação Civil, e implementado padrões de operações de voo e de aeronavegabilidade continuada das aeronaves. Estas medidas permitem aos países membros serem autónomos futuramente no desenvolvimento dos seus sistemas reguladores de Safety na Aviação Civil (Hunter, 2007). Segundo Hunter (2009) para o ano de 2009 os objectivos traçados pelo “Safe Skies for Africa” foram os seguintes:

➤ Objectivo 1

- Aumentar o número de países da África sub-sahariana que atinjam os padrões de Safety na Aviação propostos pela ICAO.
- Assegurar em como a legislação estatal individual e os regulamentos se cumprem de acordo com os requisitos da ICAO.
- Fornecer assistência técnica e treino aos Estados Membros.
- Angariar recursos para o programa “SSFA”, através de patrocínios de organizações públicas e privadas, de modo a melhorar as autoridades de aviação civil.

➤ **Objectivo 2**

- Melhorar os níveis de Security nos aeroportos e expandir a harmonização regional em termos de Security na comunidade dos países da África Oriental.
- Assegurar que os países membros do SSFA estão a usar e manter os equipamentos que assegurem a implementação eficaz de Security.
- Melhorar a capacidade dos países membros para sustentar as melhorias feitas na supervisão da Security.

➤ **Objectivo 3**

- Melhorar os serviços regionais de navegação aérea em África.
- Apoiar e encorajar a adopção de tecnologias e processos.

➤ **Objectivo 4**

- Promover as recomendações da ICAO junto das Infra-estruturas da Aviação, incidindo-se no staffing, treino e “meetings” ou conferências.
- Aumentar a capacidade interna dos Estados membros para desenvolver e conceder treinos, reduzindo assim os custos de treino.
- Auxiliar a capacidade dos países membros a alcançar os padrões de proficiência da Língua Inglesa.

➤ **Objectivo 5**

- Ajudar a estabilizar as estruturas regionais de apoio à investigação de acidentes e incidentes.
- Fornecer assistência regional para investigação de acidentes.
- Desenvolver e implementar treino de investigação de acidentes.

➤ **Objectivo 6**

- Continuar a divulgação e coordenação com outros departamentos do Governo dos Estados Unidos da América, agências, organizações do sector privado e países afins.
- Estabelecer novas e melhoradas relações no apoio ao Programa SSFA.

Hunter (2007) afirma que na primeira década de existência, o SSFA já alcançou alguns sucessos, por exemplo:

- Em 2003 Cabo Verde tornou-se o primeiro dos países membros a alcançar os padrões a nível de Safety propostos pela ICAO. Os esforços do Estado caboverdiano ainda levaram a que os TACV (Transportes Aéreos de Cabo Verde) fossem premiados com a International Aviation Safety Assessment (IASA) Category 1 for safety da FAA (classificação máxima atribuída pela FAA aos operadores aéreos que cumprem na totalidade os requisitos de Safety propostos pela ICAO). Com esta classificação, a Companhia aérea de bandeira do país pôde passar a operar directamente ou em *codeshare* para os Estados Unidos, o que tem permitido um exponencial crescimento da economia do arquipélago.
- Com a experiência adquirida no programa, Cabo Verde passou a fornecer assistência técnica a outros países da África Ocidental.
- Em Novembro de 2007, o Quênia, a Tanzânia e o Uganda obtiveram aprovações em termos de Safety e Security para operar sem limitações dentro do continente africano.
- Mais de 1200 participantes do SSFA receberam treinos oferecidos pela Academia da FAA.
- Mais de 700 pessoas receberam treinos por parte da TSA.

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

Em suma, pode-se concluir que os níveis de safety e de security em África, de uma forma geral, ainda apresentam muitas deficiências. Relativamente ao safety, muitos dos acidentes aéreos têm tido origem em deficiências dos aeroportos, das equipas de manutenção de aeronaves e das tripulações de voo.

O tráfego aéreo africano é inferior aos dos outros continentes, o que indica que o número de aeronaves em operação nesse continente é menor. Com menos aeronaves em operação, há menos acções de manutenção levadas a cabo, parece haver menos pressão de tempo sobre os trabalhadores de manutenção.

Porquê então a África possui um ratio de acidentes aéreos por número de descolagens superior ao resto do mundo?

Um dos principais motivos é a inadequada ou falta de qualificação (conhecimento, treino, licenças, etc.). Mas a principal razão é a falta de assumpção da aviação como uma prioridade por parte dos Governos Africanos (GAO, 2009).

Espera-se que este programa venha a mudar esta tendência e encoraje o continente africano a apostar no desenvolvimento da actividade aeronáutica, nomeadamente na formação dos seus recursos humanos.

3.3 Principais Factores de Risco que condicionam o desempenho humano em Manutenção de Aeronaves

Segundo Lourenço da Saúde (2009) o factor humano é o principal factor de risco em manutenção de aeronaves. Começamos por questionar o seguinte: porque razão o ser humano erra em manutenção? Como é possível errar se as tarefas são todas descritas documentalmente, e os staffs de manutenção dispõem de todos os recursos técnicos para as realizar bem?

De seguida enumeram-se os principais factores de risco que induzem ao erro humano em manutenção aeronáutica.

Além dos dirty dozen a que já se aludiu no capítulo anterior, podem-se enumerar outros factores (UK CAA, 2003; Chang and Wang, 2009), tais como:

- Condição física limitada;
- Deficiência de visão, audição, olfacto, toque, etc;

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

- Uso de medicamentos, drogas e álcool;
- Problemas vários de saúde;
- Incapacidade de processamento de informação, memorização e percepção;
- Problemas de personalidade, atitude, integridade profissional e motivação;
- Problemas de sono;
- Problemas de climatização, qualidade do ar, ruído, iluminação e existência de substâncias tóxicas no local de trabalho;
- Problemas de liderança e supervisão;
- Diferenças culturais entre os trabalhadores;
- Trabalho por turnos e deficiente passagem de informação entre equipas de turnos diferentes *;
- Fraca cultura de segurança ou políticas de qualidade organizacional *;
- Deficiências nos manuais e documentação de manutenção *.
- Baixo nível de segurança durante a execução das operações de reboque das aeronaves entre a placa e os hangares



Figura 3.2 - Operação de reboque de uma aeronave para o hangar

- Condições climatéricas adversas (por ex: frio, calor, chuva, vento, etc.)

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves



Figura 3.3 - Manutenção de uma aeronave sob o reflexo do sol

- Existência de danos devido a objectos estranhos (Foreign Object Damage)



Figura 3.4 - Espelho esquecido no tanque de combustível de uma aeronave após manutenção

Como se constatará no capítulo 4 a formação em factores humanos dos staff's de manutenção aeronáutica passa indubitavelmente por conhecer e gerir da melhor forma possível as limitações humanas devido à esses factores acima referidos.

De seguida procede-se à descrição de alguns desses factores, nomeadamente, dos que se consideram de maior relevo.

Primeiro analisam-se detalhadamente os dirty dozen que mais contribuem para erro humano em manutenção:

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

Pressão sobre o trabalho – o rápido e contínuo crescimento do mercado nas últimas décadas tem exercido uma grande pressão sobre as operadoras aéreas e isso acaba por reflectir-se sobre o desempenho das equipas de manutenção de aeronaves. A Figura 3.5 compara as percentagens de crescimento do número de milhas percorridas por passageiros, dos custos de manutenção, do número de aeronaves e do número de Técnicos de Manutenção de Aeronaves (TMA's) entre 1983 e 1995.

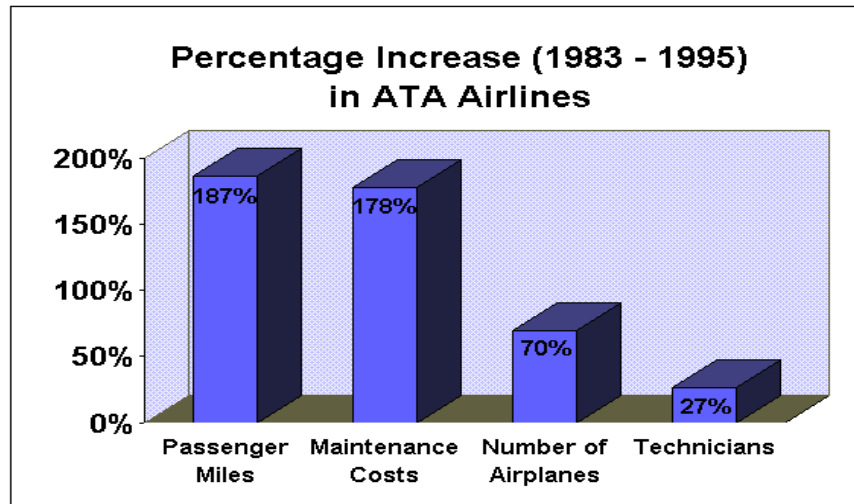


Figura 3.5 - Percentagens de crescimento no sector aeronáutico

Fonte: ERAU, 2000

O crescimento do sector aeronáutico implica mais voos para satisfazer a procura. As operadoras têm que aumentar as suas frotas de aeronaves. Aumentam não só os custos de aquisição de tecnologias de manutenção, como também as acções de manutenção por cada trabalhador de modo a deixar as aeronaves operacionais. Podemos ver na Figura 3.5 que o aumento de 27% do número de TMA's é muito inferior face ao do número de aeronaves. Isto pode implicar uma maior sobrecarga de trabalho e horas extras para os trabalhadores, despoletando posteriormente outros factores de risco como a fadiga, o stress, etc., propícios ao surgimento do erro humano.

Falta de comunicação – a comunicação é um factor vital em qualquer organização de manutenção, quer entre pessoas da mesma equipa (comunicação horizontal), quer entre hierarquia própria ou diferente (comunicação vertical). A comunicação pode ser verbal, escrita ou não-verbal. Os problemas de comunicação entre membros de manutenção geram falta de trabalho em equipa e espírito de

grupo, colocando em causa os níveis de safety das organizações através da não detecção de focos de erro humano por parte de todo o grupo de trabalho (UK CAA, 2002).

Fadiga individual – é um dos mais frequentes e perigosos factores de risco na aviação. Geralmente provém de um tempo de sono reduzido ou também de um elevado número de horas de trabalho. Um estudo da FAA concluiu que em média os TMA's norte-americanos dormem 5 horas e 7 minutos por dia, um valor muito aquém das necessárias 8 horas de sono consideradas como o valor comum que se deve seguir. O estudo ainda revelou que a capacidade de processamento mental de um indivíduo após 17 horas sem dormir equivale a de uma pessoa com 0,05% de álcool no sangue (Baron, 2009).

O estudo da FAA baseou-se em dois instrumentos accionados em cada trabalhador: um mini-logger para avaliar a variação de temperatura do corpo e um actiwatch para determinar o tempo de sono. Na Figura 3.6 pode-se ver os dois instrumentos.



Figura 3.6 - Mini-logger e actiwatch usados na pesquisa da FAA

Fonte: Johnson et al, 2001

Embora existam já iniciativas de consciencialização do perigo que a fadiga constitui, ainda não existem formas de obrigar o pessoal de manutenção a dormir pelo menos 8 horas por dia (Baron, 2009). Além dos dirty dozen, os factores de risco que mais influenciam o desempenho humano na manutenção são:

Trabalho por turnos e deficiente passagem de informação entre equipas de turnos diferentes – os trabalhos por turnos muitas vezes são responsáveis por omissões no intercâmbio de informações entre equipas que se sucedem umas às outras. É necessário que as descrições sobre as tarefas fiquem bem comunicadas e esclarecidas entre as equipas de manutenção, de modo a reduzir a probabilidade de ocorrências devido ao erro humano (UK CAA, 2003). Também o trabalho por turnos pode afectar o sono e o ritmo circadiano de cada trabalhador, o que condiciona a eficiência laboral em certos períodos do dia (Khalil, 2007).

Fraca cultura de segurança (safety) ou políticas de qualidade organizacional – É importante que cada organização tenha sólidas políticas de segurança e de qualidade. É fundamental que essas políticas sejam claramente planeadas e publicadas a todos os trabalhadores por parte da gestão de topo. Portanto, todos os membros têm que compreender o que se faz e o que se pretenderá fazer na organização (UK CAA, 2003). Segundo Da Costa (2007) cada organização deve informar os seus membros que a prioridade passa por garantir elevados padrões de safety e qualidade, e não colocar em primeiro lugar os interesses económico-financeiros e/ou outros.

Deficiências a nível de manuais e de outras documentações de manutenção – a falta de actualização de manuais e de outros documentos, a existência de gafes nas descrições dos procedimentos, uma escrita confusa ou complicada em inglês (ou na língua própria), a falta de compreensão de instruções de manutenção e o complicado *layout* de *checklists* são importantes deficiências a nível de documentação detectados pelos métodos de investigação, identificação e análise de ocorrências em manutenção (UK CAA, 2003; DOT and FAA, 2002.a; Drury, Ma and Marin, 2005) e que importa evitar.

3.4 Controlo e Gestão do Risco em Manutenção de Aeronaves

Controlar riscos em manutenção de aeronaves consiste essencialmente em levar a cabo um determinado número de medidas que visam prevenir ou mitigar eventos indesejáveis associados às tarefas de manutenção. Existem dois principais tipos de controlo de riscos de erros de manutenção: o “Controlo Preventivo” e o “Controlo por Recuperação” (Hobbs, 2008).

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

Controlo de Riscos Preventivo - visa reduzir a probabilidade de eventos indesejados, como o erro humano. Por exemplo: medidas para prevenir instalações incorrectas e esquecimento de peças soltas no local de trabalho.

Este tipo de controlo pode tomar também a forma de treino, qualificação ou outros métodos e sistemas de informação ao pessoal de manutenção, etc.

Controlo de Riscos por Recuperação - têm como finalidade detectar e estagnar uma situação de risco já iniciada. Por exemplo: inspecções duplas para detectar erros de manutenção, repetição de instruções verbais para evitar erros de comunicação, etc.

3.4.1 Formas de Reconhecimento do Risco de Erro Humano

Os erros associados aos pilotos e aos controladores de tráfego aéreo são quase que instantaneamente detectados devido aos equipamentos (gravadores de dados das suas acções) que utilizam na execução dos seus procedimentos. E quanto aos Staff de Manutenção? Quem pode detectar por exemplo um lapso de supervisão de um engenheiro às 3h da manhã num hangar com poucos trabalhadores (Hobbs, 2008)?

Para Hobbs (2008) a presença de erros ou deficiências de manutenção ainda continua a ser possível de detectar através de:

- ❖ Relatórios de Incidentes em manutenção;
- ❖ Treino sobre Factores Humanos;
- ❖ Aprendizagem a partir de incidentes;
- ❖ Sistemas de investigação de Incidentes.

São métodos importantes para o rastreio de eventos ou deficiências de manutenção, mas a sua eficácia não é imediata como nos equipamentos que registam os procedimentos levados a cabo por pilotos e controladores de tráfego aéreo. Estas formas de reconhecimento do risco de erro humano serão vistas pormenorizadamente no capítulo seguinte.

CAPÍTULO

4

O Impacto dos Factores Humanos na Manutenção Aeronáutica no século XXI

Neste capítulo descrevem-se os programas de factores humanos, nomeadamente a sua importância para a manutenção de aeronaves e as tecnologias que suportam esses programas. Abordam-se também as vantagens do uso desses programas, bem como a sua afirmação e aceitação na indústria aeronáutica.

4.1 Formação em Factores Humanos em manutenção de aeronaves

O uso do termo “factores humanos” no contexto de operações de manutenção de aeronaves é relativamente recente. Embora tenham existido certamente desde os primórdios da aviação, só a partir do acidente com Boeing 737 da Aloha Airlines no final da década de 1980, iniciativas no âmbito dos factores humanos começaram a ser endereçadas à manutenção aeronáutica (Chang and Wang, 2009). Acidentes como este despertaram uma consciencialização sobre a importância da componente humana na manutenção de aeronaves. Desde então tem havido uma grande adesão por parte dos fabricantes e das companhias aéreas aos programas sobre factores humanos desenvolvidos por vários organismos, nomeadamente, FAA, Transport Canada, EASA, UK CAA, entre outras organizações internacionais que regulam a aviação em todo o mundo. (*Gramopadhye and Drury, 2000*).

No início da década de 1990, tiveram início os primeiros cursos sobre factores humanos aplicados às equipas de manutenção, nos Estados Unidos da América. Esses cursos foram denominados de Maintenance Resource Management, e centravam-se em tópicos como a assertividade, gestão do stress, tomada de decisão, liderança, cumprimento de normas, técnicas de comunicação e resolução de conflitos (Hobbs, 2008).

Actualmente, uma segunda vaga de treinos em factores humanos em manutenção tem sido levada a cabo por meio de novos requisitos propostos pela ICAO, EASA, Transport Canada, FAA, etc., tentando envolver todos os níveis ou patamares das empresas de manutenção (Hobbs, 2008). No caso da EASA Part 145, esta apresenta manuais com mais de 60 tópicos sobre factores humanos e recomenda que os treinos de actualização devam ser realizados no máximo de 2 em 2 anos (Hobbs, 2008).

4.1.1 A Importância dos Programas de Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

Nas duas últimas décadas, os treinos em factores humanos em manutenção aeronáutica têm sido bem sucedidos, revelando melhorias neste sector e que acabam por se traduzir na diminuição de acidentes aéreos devido ao erro humano. Como exemplo, pode-se realçar as conclusões do estudo dirigido à equipas de manutenção de aeronaves na Ásia entre 1999 e 2003, que foi inicialmente abordado no capítulo anterior (Xavier, 2005).

No final do estudo em 2003 tiraram-se as seguintes comparações face ao seu início em 1999 (Xavier, 2005):

- 99% dos inquiridos afirmaram que as respectivas organizações (incluindo a gestão de topo, os supervisores, e todo o pessoal) passaram a dar uma grande importância aos temas da segurança (safety) e qualidade.
- Registou-se uma redução geral de 14% para 10% nos 6 tipos de violações que eram mais frequentes diária ou semanalmente.
- As violações de regras diminuíram de 43% para 21%.
- Redução de 50% para 39% no tempo de resposta a solicitações.
- A incidência semanal de horas extras de trabalho diminuiu de 49% para 33%.
- Houve um aumento de 66% para 82% em termos de reporte de ocorrências ou eventos específicos. Isto revela uma melhoria a nível de abertura para reportar situações indesejadas ou a melhorar.
- 98% dos inquiridos (uma melhoria de 8%) afirmaram que informações sobre segurança e qualidade providenciadas pelos órgãos de gestão passaram a estar mais disponíveis no seio das respectivas organizações.
- Em contrapartida, as principais razões devidas as quais os TMA's cometiam violações de regras não se alteraram. Neste contexto, observou-se que soluções "expeditas" ("atalhos") e a falta de ferramentas adequadas sofreram um incremento. A opção pelos "atalhos" (encurtamento dos passos para facilitar a conclusão dos procedimentos) registou um aumento de 13% para 24%, e a falta de ferramentas adequadas aumentou de 7% para 21%, ou seja, triplicou.

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

Para além de terem um impacto positivo na redução do erro humano em manutenção ou até de fatais acidentes aéreos, os programas de factores humanos criam ainda condições junto das operadoras aéreas para que alcancem o seu objectivo essencial: uma boa situação financeira.

A manutenção é um dos sectores que acarreta importantes custos directos nas companhias aéreas, devido a ser permanente, exigir mão-de-obra intensiva e porque os bens e serviços incorporados são dispendiosos; e indirectos, nomeadamente, em termos dos constrangimentos que uma manutenção com qualidade deficiente pode implicar no decorrer das operações aéreas, e.g. cancelamento ou atraso de voos, regresso de voos devido a avarias, etc (Hobbs, 2008).

Um estudo conduzido pela Boeing e pela U.S Air Transport Association revelou que (ERAU, 2002):

- 20 à 30% de paragens de motor em voo (*in-flight engine shutdown*) são causados por erros de manutenção, podendo custar cada evento, cerca de \$500.000 USD por reparação (admite-se que a aeronave aterra em segurança).
- 50% de atrasos no despacho dos voos devido à problemas em motores resultam de erros de manutenção, custando cerca de \$10.000 USD por hora de atraso.
- 50% de cancelamentos de voos são devido a problemas em motores que derivam de erros de manutenção, custando em média \$50.000 USD por cancelamento.

4.1.2 Estrutura de um programa de factores humanos em manutenção aeronáutica

A estruturação dos elementos que compõem um programa de factores humanos em manutenção aeronáutica é complexa, exigindo uma interacção e coordenação entre todos os elementos que o integram. Um programa deste género é constituído essencialmente por quatro grandes etapas diferentes (Lourenço da saúde, 2009):

identificação e análise de eventos e/ou incidentes/acidentes por parte da equipa de factores de factores humanos e do sistema de qualidade, bem como os reportes de ocorrências por parte do pessoal da organização de manutenção.

A última fase de um programa de factores humanos é a formação recorrente. De um modo geral, essa formação visa perpetuar a formação inicial, criar e implementar treinos contínuos para mitigar riscos e melhorar itens que apresentam deficiências. Os treinos recorrentes devem ser mais flexíveis a medida que todo o staff se encontra actualizado em factores humanos e que haja um feedback por parte das equipas de trabalho (UK CAA, 2003).

Os treinos podem ser fornecidos por instrutores da própria organização ou por instrutores contratados fora da organização. No entanto, os treinos são mais eficazes se forem providenciados por um instrutor da própria organização que conheça os seus problemas e as suas necessidades. No caso das empresas que não tenham uma estrutura de formação interna, faz sentido que se contrate um instrutor com muita experiência em manutenção de aeronaves (UK CAA, 2003).

4.1.3 Principais Metodologias de suporte aos Programas de Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

Os programas de factores humanos têm tido ao longo das duas últimas décadas e continuarão a ter no futuro um impacte extremamente positivo na redução de erros e violações de manutenção, bem como na redução dos custos que estes acarretam para as empresas aeronáuticas.

O sucesso desses programas tem sido devidos em larga escala à aplicação de modelos e/ou ferramentas metodológicas que permitem uma eficaz investigação, identificação, análise e reporte de ocorrências, incidentes e acidentes.

Os sistemas de reporte de ocorrências são analisados mais a frente neste trabalho, quando se abordar a gestão do erro humano em manutenção aeronáutica.

Neste tópico são referenciados alguns modelos e ferramentas metodológicas que têm contribuído, nos últimos 20 anos ou que estão a ser implementados nos programas de factores humanos, para a melhoria da segurança, fiabilidade humana e redução de custos em manutenção de aeronaves.

Modelo Teórico de Reason – este modelo também conhecido como modelo do “queijo suíço” está descrito no capítulo 2. É um modelo muito usado nos treinos de factores humanos, pois explica teoricamente como ocorrem os acidentes organizacionais.

Modelo SHELL – este modelo encontra-se descrito com detalhe no capítulo 5. É um modelo que complementa o Modelo de Reason. Tem uma grande aplicação prática na indústria aeronáutica, pois enumera um vasto número de factores de risco possíveis que podem afectar o desempenho humano e causar acidentes aéreos. Permite identificar eficazmente que factores latentes originam os diversos tipos de erro humano, por exemplo, em manutenção.

Human Factors Analysis and Classification System (HFACS)

O Human Factors Analysis and Classification System (HFACS) é um modelo desenvolvido por dois especialistas norte-americanos da aviação: Douglas Wiegmann, da University of Illinois e Scott Shappell da Civil Aerospace Medical Institute (CAMI). O HFACS foi criado com o objectivo de complementar o Modelo Teórico de Reason e de permitir investigar as causas de acidentes aéreos e classificar os tipos de erros de manutenção (Bouquet et al, 2005).

De modo a compararem-se os referidos modelos, importa ter em conta o seguinte:

Como foi visto no capítulo 2, para Reason (1997.a) os acidentes organizacionais ocorriam devido a conjugação de diversos eventos provenientes de factores organizacionais, factores do local de trabalho e de actos inseguros.

Mas o Modelo de Reason não identifica que tipos de erros podem estar incluídos nesses factores. O HFACS veio preencher essa lacuna deixada pelo Modelo do “Queijo Suíço”, descrevendo as causas latentes, como podemos ver na Figura 4.2.

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

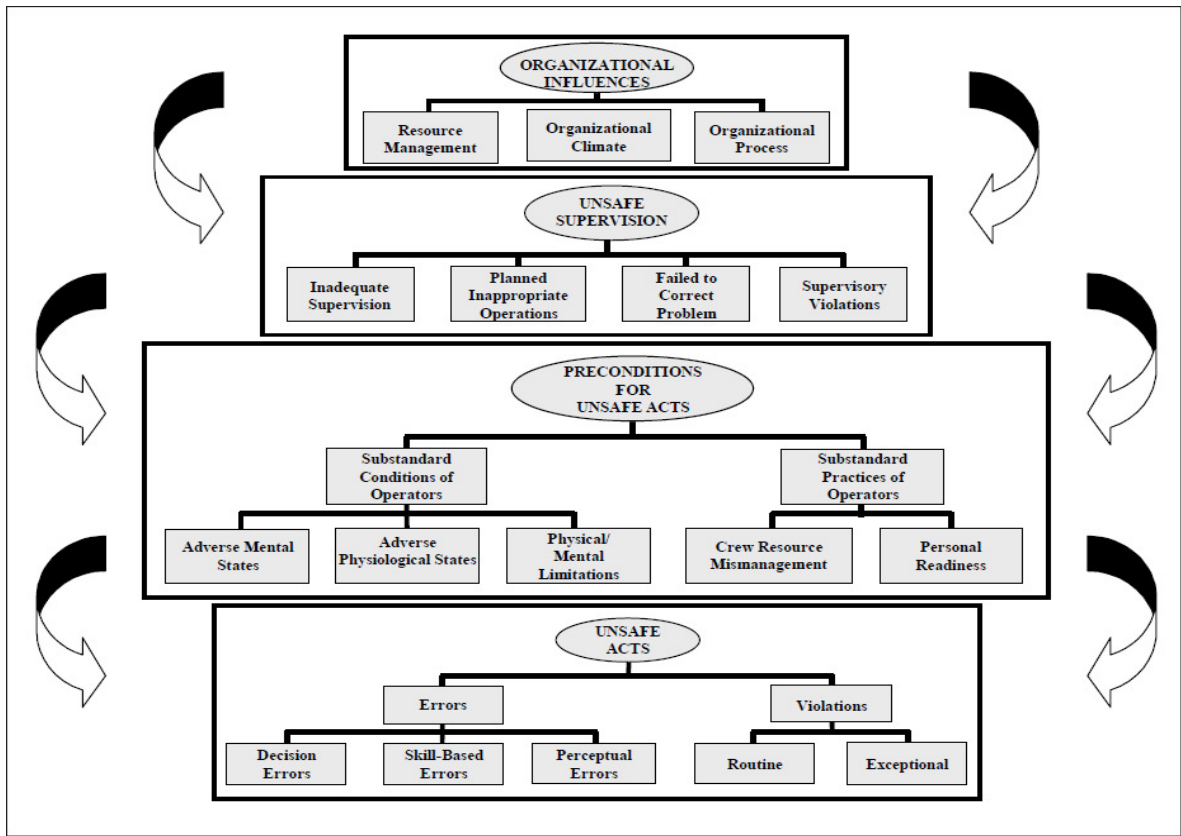


Figura 4.2 - Estrutura do Modelo HFACS

Fonte: Wiegmann and Shappell, 2001

Para além de indicar as causas latentes para a ocorrência dos erros de manutenção, o HFACS descreve inúmeros tipos de erros associados a cada causa latente, como se pode constatar na Figura 4.3 (Wiegmann and Shappell, 2000).

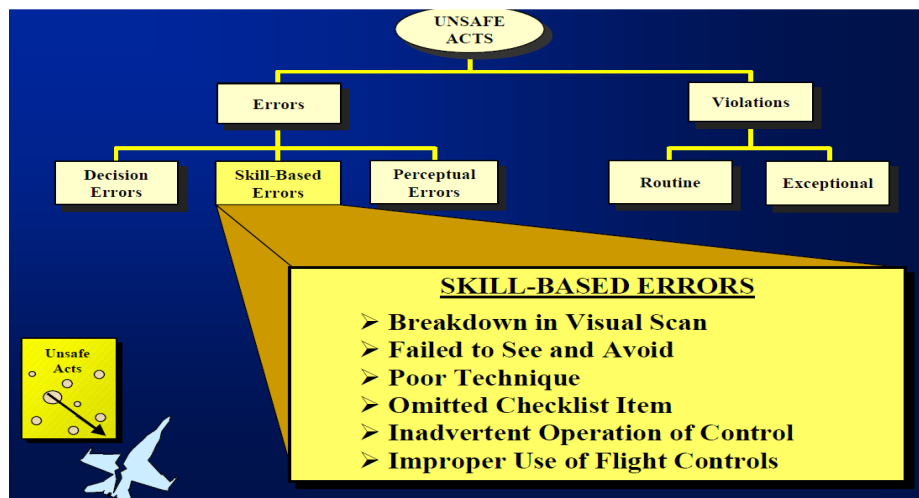


Figura 4.3 - Exemplo de tipos de erros baseados na perícia (skills)

Fonte: Wiegmann and Shappell, 2000

O modelo HFACS é considerado detalhado, começando com a investigação dos dados do acidente, de seguida esses dados recolhidos são registados numa base de dados e analisados. Finalmente os dados analisados são fornecidos às operadoras aéreas e às autoridades que controlam a aeronáutica civil, para que estes invistam fundos no projecto de estratégias e programas de factores humanos de modo a mitigar o erro humano em manutenção de aeronaves (Wiegmann and Shappell, 2000) e assim evitar situações semelhantes.

Maintenance Error Decision Aid (MEDA)

O Maintenance Error Decision Aid é um dos sistemas mais antigos e mais usados por grande parte das companhias aéreas em todo o mundo de análise de erros de manutenção. Foi desenvolvido por uma equipa de especialistas em factores humanos da Boeing no início da década de 1990.

O MEDA apresenta uma lista com uma variedade de tipos de erros de manutenção e dos seus factores contribuintes, o que facilita a orientação durante a investigação das ocorrências.

No sistema MEDA são apresentados mais de 70 possíveis factores, como a fadiga, a falta de conhecimento, a pressão de tempo, etc. Inicialmente, e ao contrário do Modelo de Reason e do Human Factors Analysis Classification System (HFACS), este sistema não incluía a descrição ou classificação psico-cognitiva dos erros, ou seja não havia uma distinção entre erro e violação (Hobbs, 2008). Com o passar dos anos começaram a aumentar os casos de violações de manutenção (e.g. o não-cumprimento de regulamentos, políticas, processos e procedimentos), o sistema MEDA deixou de ser tratado como um processo de investigação de “erros”, passando a processo de investigação de “eventos” de manutenção (Boeing, 2008). O princípio de funcionamento do sistema é muito similar aos HFACS, sendo descrito na Figura 4.4.

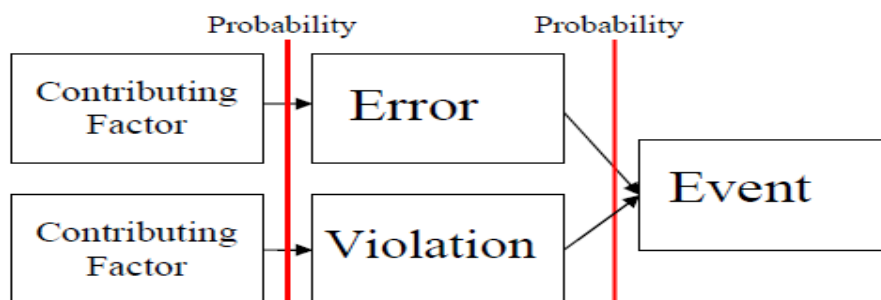


Figura 4.4 - Princípio de funcionamento do MEDA

Fonte: Boeing, 2008

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

Como se pôde observar na Figura 4.4, são investigados e analisados os factores contribuintes, os tipos de erros e violações e os eventos de manutenção. Após a conclusão das investigações e análises dos eventos, o sistema MEDA fornece um feedback à toda a organização de manutenção, de modo que esta trace estratégias de prevenção que reduzam a probabilidade de ocorrência de futuros eventos similares (Boeing, 2008).

Na Figura 4.5 descreve-se um excerto do sistema de investigação MEDA. Neste exemplo ao pessoal de manutenção é pedido que seleccione os tipos de eventos em que tenha estado envolvido.

Please select the event (check all that apply)

1. Operations Process Event

a. Flight Delay ___days___hrs. ___min.

b. Flight Cancellation

c. Gate Return

d. In-Flight Shut Down

e. Air Turn-back

f. Diversion

g. Other (explain below)

2. Aircraft Damage Event

3. Personal Injury Event

4. Rework

5 Other Event (explain Below)

Figura 4.5 - Excerto do sistema MEDA, com a descrição de possíveis eventos

Fonte: Boeing, 2008

Desde 1995 mais de 40 organizações de manutenção de aeronaves em todo o mundo receberam treinos sobre a ferramenta MEDA. O MEDA tem sido bem sucedido nas organizações onde foi implementado. No entanto, há por vezes alguma dificuldade dos especialistas da Boeing em conseguir implementar o sistema em todas as companhias mundiais, nomeadamente naquelas que já possuem um método próprio e formalizado de investigação de eventos de manutenção (ERAU, 2002).

Maintenance Error Management System (MEMS)

Esta metodologia é uma versão britânica, adaptada do sistema MEDA, por parte da UK CAA. Portanto o princípio de funcionamento do MEMS é semelhante ao do MEDA.

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

Este sistema foi desenvolvido com os seguintes objectivos (UK CAA, 2001):

- Criar um ambiente onde erros, violações e outras situações são livremente reportados e investigados, sem medo de represálias ou punições da organização.
- Fornecer um mecanismo para reporte e registo de erros e de outros problemas;
- Investigar problemas para determinar as causas primárias dos erros;
- Fornecer informações de apoio aos gestores na prevenção de ocorrências de manutenção.

Entretanto, para que o MEMS seja bem sucedido, não deve ser usado apenas como um repositório de dados. É necessário que haja um ciclo onde os problemas são reportados, registados, analisados e posteriormente seja dado um feedback dos resultados aos trabalhadores (UK CAA, 2001).

Aircraft Dispatch and Maintenance Safety System (ADAMS)

A ferramenta Aircraft Dispatch and Maintenance Safety System (ADAMS) foi desenvolvida por um grupo de especialistas do Departamento de Psicologia da Trinity College de Dublin, na República da Irlanda (Hobbs, 2008).

Em comum com a ferramenta MEDA, o ADAMS inclui uma vasta gama de tipos de erros de manutenção. Também permite ao investigador descrever as formas psicológicas dos erros, através da enumeração de cerca de 100 possíveis factores contribuintes para tais erros. Esses factores são relacionados com as tarefas/procedimentos, o ambiente de trabalho, a organização e o estado mental e físico dos indivíduos que cometem os erros (Hobbs, 2008).

Ergonomics Audit Program (ERNAP)

A metodologia ERNAP é uma ferramenta informática projectada para auxiliar as organizações de manutenção de aeronaves a conduzir auditorias em factores humanos sem recorrer a um consultor externo. Foi desenvolvida pela Galaxy Scientific Corporation, em parceria com a State University of New York at Buffalo, para a Federal Aviation Administration Office of Aviation Medicine.

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

O sistema ERNAP auxilia os gestores a avaliar e a projectar ergonomicamente, procedimentos eficientes para manutenção e inspecção (Meghashyam, 1999).

A Figura 4.6 exhibe um excerto do software ERNAP.

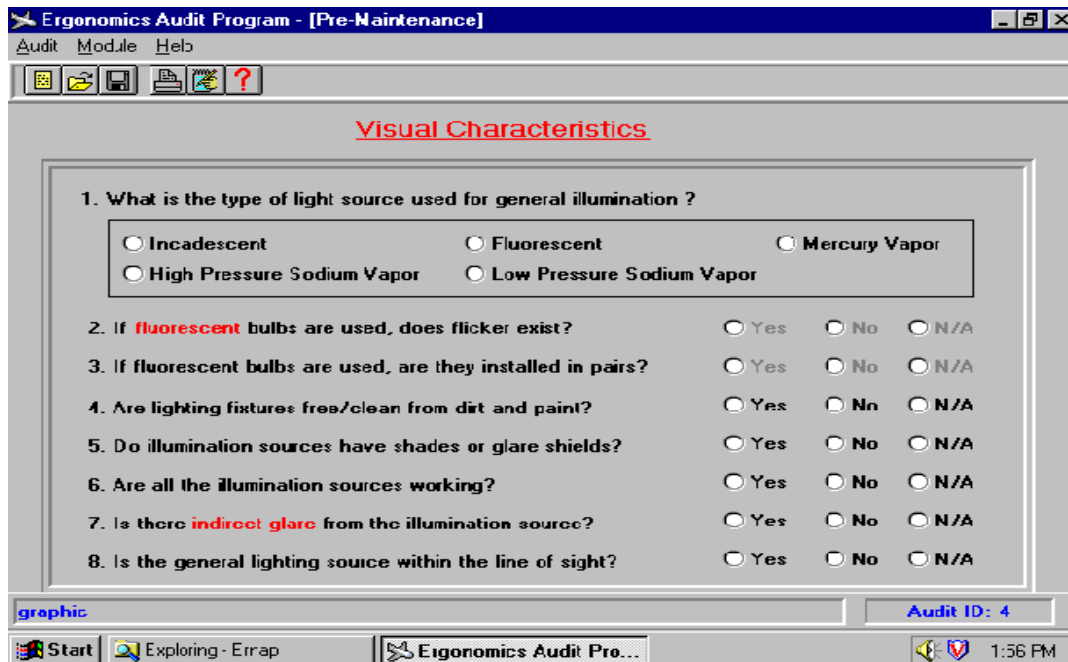


Figura 4.6 - Excerto do formato do programa ERNAP

Fonte: ERAU, 2000

Como podemos constatar na Figura 4.6, o ERNAP baseia-se em procedimentos descritos em checklists. As respostas assinaladas pelos utilizadores são posteriormente avaliadas, e são endereçadas recomendações ou melhorias por parte dos auditores, a serem adoptadas nos procedimentos de manutenção (Meghashyam, 1999).

Aurora Mishap Management System (AMMS)

Este sistema foi desenvolvido em 1995 pela Northwest Airlines em parceria com a Aurora Safety and Information Systems. O AMMS é um sistema informático de recolha de dados similar ao MEDA. Os investigadores encarregues do AMMS pertencem à gestão da manutenção da Northwest Airlines e a International Association of Machinists and Aerospace Workers (ERAU, 2002).

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

Os trabalhadores envolvidos em erros de manutenção são entrevistados por especialistas, que usam o sistema para os conduzir ao evento e às suas possíveis causas. A esses trabalhadores são pedidas sugestões para evitar que o evento ocorra novamente. Os dados são recolhidos e analisados. A Northwest Airlines destaca um grupo de especialistas para estudar o problema, tendo sempre em conta as estratégias de prevenção sugeridas pelos trabalhadores, e de seguida são tomadas novas decisões. Essas decisões tomadas pela companhia também são avaliadas em termos de custo, onde é determinada o retorno do investimento nessas estratégias preventivas (ERAU, 2002).

No entanto, segundo (ERAU, 2002), os utilizadores têm que saber contornar dois desafios para que o programa seja bem sucedido:

- Como motivar o pessoal a falar e reportar os erros por eles cometidos, sem terem medo de sofrer punições;
- Como mudar nos gestores a cultura de punição para uma cultura de aprendizagem com os erros cometidos.

Managing Engineering Safety Health (MESH)

O MESH foi uma ferramenta informática criada em 1992 por uma equipa da University of Manchester liderada pelo Professor James Reason, destinada à British Airways Engineering. O objectivo do MESH é identificar e avaliar os factores mais frequentes locais e organizacionais que podem afectar a segurança e a qualidade de manutenção, tornando visíveis as condições latentes que condicionam a performance humana (ERAU, 2002).

Os factores locais que costumam ser avaliados nos hangares de manutenção são (ERAU, 2002):

- Nível de conhecimento e experiência;
- Ferramentas, equipamentos e peças;
- Qualidade do suporte de manutenção;
- Fadiga;
- Pressão;
- Ambiente;
- Computadores;
- Manuais, outras documentações e procedimentos;

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

- Nível de cultura de segurança do pessoal.

Os factores organizacionais que costumam ser avaliados pelo MESH são (ERAU, 2002):

- Estrutura organizacional;
- Gestão do pessoal;
- Aprovisionamento e qualidade de ferramentas e equipamentos;
- Treino e selecção;
- Pressão comercial e operacional;
- Planeamento e calendarização de manutenção;
- Comunicação.

Durante a investigação cada trabalhador atribui uma classificação a cada factor, com base numa escala fornecida pelos investigadores. As avaliações dos factores locais são posteriormente determinadas a partir da amostra recolhida. O software calcula a média de frequência e atribui uma escala relativa a cada factor. O software ainda tem uma caixa de texto livre onde os utilizadores podem deixar comentários sobre problemas específicos, garantido-se anonimato (ERAU, 2002).

De acordo com Hobbs (2008), existem duas grandes vantagens no uso dos sistemas de investigação de erros de manutenção acima descritos. Primeiro, porque têm demonstrado eficácia nas investigações, fornecendo “checklists” de factores e tipos de erros, que orientam o investigador no decorrer do processo de investigação. Segundo, porque após serem usados por um longo período de tempo, tornam-se numa base de dados estatísticos que permitem fazer uma análise de tendências futuras do erro humano nas organizações de manutenção.

Outros sistemas que auxiliam em grande escala na investigação de eventos de manutenção são os sistemas de reporte de ocorrências, os quais estão descritos no tópico seguinte.

4.2 Gestão do Erro Humano em Manutenção Aeronáutica

4.2.1 Cultura de Segurança (Safety Culture)

O acidente em Chernobil no final da década de 1980 despoletou o interesse em termos de sistemas e de cultura de segurança (“safety Management Systems (SMS)” e “safety culture”) tornou-se o termo mais falado em indústrias de alta tecnologia e de alto risco.

Foi também perceptível na época que somente os SMS não seriam suficientes para garantir a segurança: os processos culturais organizacionais pró-segurança são igualmente cruciais na maximização da sua eficácia. O alcance da cultura de segurança, têm representado desde então, um grande desafio para as operadoras aéreas e autoridades reguladoras da aviação.

Existem múltiplas definições para Cultura de Segurança (Safety Culture):

- Para Pidgeon and O’Leary (1994), safety culture é *‘the set of beliefs, norms, attitudes, roles and social and technical practices within an organization which are concerned with minimizing the exposure of individuals both within and outside an organization to conditions that are considered to be dangerous’*.
- Gill (2002) acrescenta: *‘It’s the outcome of an organization’s ways of doing things that reflects demonstrated commitment to safety and trade-offs between safety and financial and/or non-financial gains’*.
- Segundo a Transport Canada (2001), é: *“An organization’s culture defined by what the people do. The decisions people make tell us something about the values of the organization. For instance, the extent to which managers and employees act on commitments to safety tell us more than words about what values motivate their actions”*.

A Transport Canada (2001) ainda complementa que um bom indicador do nível de safety culture de uma organização é quando os seus membros passam a colocar a si mesmo como questão a seguinte: *“Como fazemos as coisas por aqui?”*. A implementação da cultura de segurança pode levar um tempo considerável até

afirmar-se num ambiente de manutenção, mas com o apoio da Gestão da organização, tal pode ser alcançado com brevidade.

Em termos concretos, a Cultura de Segurança (safety culture) engloba quatro tipologias de cultura (Wiegmann et al, 2002):

- **Cultura informativa** – as pessoas compreendem os riscos envolvidos nas suas próprias operações. Todo o staff trabalha continuamente para identificar e superar as ameaças à segurança.
- **Just culture** - os erros devem ser compreendidos, mas as violações intencionais não podem ser toleradas. Todo o grupo de trabalho conhece o que é aceitável e o que é inaceitável.
- **Cultura do Relato** – as pessoas são encorajadas a divulgar problemas relativos à segurança. Quando problemas relativos à segurança são reportados, são analisados e são levadas a cabo acções apropriadas.
- **Cultura de aprendizagem** – as pessoas são encorajadas a desenvolver e a aplicar as suas próprias aptidões e conhecimentos para melhorar a segurança da organização. O staff recebe actualizações sobre questões de segurança por parte dos gestores. O staff aprende lições a partir dos relatórios de segurança.

As organizações de manutenção encontram-se em constante luta para minimizar os riscos e maximizar os recursos disponíveis. É neste âmbito que Gill (2005) afirma: *“The nature of aviation industry is such that managers and owner-operators must minimize all costs to keep the business running. The aviation industry is highly competitive and as a consequence some businesses appear to be struggling to stay solvent. Competition leads to price wars that restrict the operators’ ability to meet the cost of safety, it puts pressure ‘to get the job done’ because the opposition is seen to ‘get the job done’. This produces the ‘if they go, we go’ culture”.*

Segundo Gill (2001) os operadores aéreos devem seguir os seguintes princípios para encorajar uma safety culture positiva:

- Assumir a segurança como uma meta estratégica para a organização;
- Afectar recursos para minimizar riscos;

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

- Divulgar problemas de segurança para que haja um maior interesse nesse assunto por parte de todos os gestores;
- Disponibilização de formação sobre segurança através de treinos e seminários;
- Disponibilizar feedbacks sobre relatórios de acidentes e incidentes a todo o staff;
- Consciencializar o staff da importância da segurança no decorrer das suas operações;
- Focalizar os membros da equipa primeiramente na segurança e só depois nos ganhos pessoais e financeiros.

4.2.1.1 Indicadores organizacionais de Safety Culture

De acordo com Wiegmann *et al.*(2002), existem cinco principais componentes que indicam o nível de Cultura de Segurança (Safety Culture) numa organização de manutenção de aeronaves:

- ***Comprometimento Organizacional*** – Os gestores de qualquer organização de manutenção aeronáutica tem um papel fundamental na promoção da cultura de segurança. O comprometimento organizacional com a segurança reflecte-se a partir do momento em que os gestores identificam a segurança como valor fundamental ou um princípio orientador da organização, demonstrando uma atitude positiva em relação à segurança, mesmo em tempos de austeridade fiscal, e promovendo a segurança de forma consistente em todos os patamares da organização. Quando há um comprometimento organizacional com a segurança, os gestores fornecem recursos e apoios adequados ao desenvolvimento e implementação de medidas de segurança, como por exemplo: equipamentos, procedimentos, treino e planeamento de trabalhos, para assegurar as suas operações técnicas.
- ***Envolvimento da Gestão de Topo*** - Todos os níveis da gestão da organização devem através da participação nas operações diárias, comunicar aos seus empregados uma atitude de preocupação para com a segurança, influenciando assim os seus níveis de comprometimento com as regras operacionais. Este envolvimento reflecte-se na presença e contribuição dos

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

gestores em treinos e seminários sobre segurança, pela sua activa supervisão de operações críticas durante a manutenção, pela sua capacidade de estar em contacto com os riscos relacionados com as operações diárias e pela capacidade de estabelecer uma boa comunicação sobre questões de segurança entre todas as hierarquias da organização.

- **Capacitação dos Empregados** - Os erros podem ser originados em qualquer nível dentro de uma organização. No entanto, os empregados da linha da frente, por exemplo os Técnicos de Manutenção de Aeronaves representam a última defesa contra tais erros, na prevenção de acidentes. Organizações com uma boa cultura de segurança capacitam os seus funcionários, assegurando-se que estes compreendam claramente a sua importância no alcance de excelentes padrões de segurança. A capacitação reflecte-se em atitudes ou percepções individuais, resultando de uma delegação de autoridades ou responsabilidade por parte dos gestores. No contexto da cultura de segurança, a capacitação dos funcionários significa que estes também têm um poder substancial nas decisões relativas à segurança, têm a capacidade para iniciar e obter melhorias no domínio da segurança, mantêm-se à si mesmos e aos outros responsáveis pelas suas acções, e orgulha a própria organização em termos de segurança.
- **Sistemas de Recompensa** – são componentes-chave da cultura de segurança de uma organização, permitindo saber como os comportamentos seguros e inseguros são avaliados e quais as recompensas e as penalizações à cada funcionário de acordo com essas avaliações. Uma avaliação justa e um sistema de recompensa pode ser importante para promover comportamentos seguros e desencorajar violações. A cultura de segurança de uma organização de manutenção reflecte-se através de sistemas que reforçam comportamentos seguros (por ex: através de incentivos monetários ou elogios e reconhecimento por parte dos responsáveis máximos da organização), bem como sistemas que desencorajam ou punem tomadas de decisões de risco desnecessárias. No entanto, a cultura de segurança traduz-se não apenas pela existência de tais sistemas de recompensa, mas também pela forma como estes são formalmente documentados, como são aplicados, e como são explicados e compreendidos por todos os funcionários.

- **Sistemas de Relato** – Um eficaz sistema de reporte é fundamental para permitir identificar as fragilidades e vulnerabilidades no seio de uma organização de manutenção antes que ocorra um acidente. Actualmente, os sistemas livres e anónimos de reportagem são muito importantes, na medida em que relatam assuntos de segurança encontrados pelos funcionários durante as suas actividades diárias, garantem que os empregados não sofram represálias por terem errado no desempenho das suas funções, assim como, também possibilitam que os funcionários recebam um feedback com sugestões para superar os problemas de segurança encontrados.

4.2.1.2 Métodos de medição de Cultura de Segurança

Para Wiegmann *et al.* (2002), os métodos de avaliação de safety culture podem ser qualitativos e quantitativos.

Os métodos qualitativos incluem observações de empregados, discussões de grupo, revisão de informações históricas e casos de estudo. Por outro lado, os métodos quantitativos abordam numericamente a cultura de segurança, usando procedimentos padronizados como pesquisas, questionários, as ferramentas metodológicas (descritas anteriormente neste capítulo), etc. Esses métodos são relativamente fáceis de usar e simples de implementar e interpretar no seio das organizações de manutenção (Wiegmann et al., 2002).

Com base em Wiegmann *et al.* (2002) o ideal seria uma combinação entre os métodos quantitativos e qualitativos de modo a permitir uma melhor avaliação e compreensão da cultura de segurança. No entanto, as abordagens quantitativas, como as pesquisas e os inquéritos continuam a ser mais usados na indústria aeronáutica, por serem mais práticos em termos de tempo e de custos.

4.2.1.3 Procedimentos de Avaliação e Implementação de Cultura de Segurança

Os procedimentos de avaliação e implementação da cultura de segurança giram em torno de duas principais questões: a primeira envolve a definição de quem será o responsável pelos processos de avaliação, por exemplo: um indivíduo

ou uma equipa especialista em Segurança, dependendo sempre da quantidade de tarefas a ser desempenhada ou da dimensão da organização em termos de trabalhadores; A segunda questão está relacionada com a implementação da Cultura de Segurança, visa saber o que fazer com a informação e recursos disponíveis (Wiegmann et al., 2002).

Reason (1990) realça que a implementação eficaz de uma cultura de segurança depende da vontade do grupo de trabalho em submeter voluntariamente reportes de eventos. Reason (1990) também afirma que enquanto uma “no-blame culture” não for possível ou desejada, uma organização deve pelo menos estar disposta em avaliar como gere a culpa e aplica punições.

4.2.2 Políticas de Punição e de Aprendizagem

Existem duas formas de gestão e abordagem do erro humano na Aviação, a saber, uma mais antiga que se baseia na Punição dos indivíduos que cometem erros, e outra mais moderna que se assenta na aprendizagem por parte de quem erra.

Veremos de seguida como cada uma dessas políticas influencia o desempenho humano em Manutenção de Aeronaves.

4.2.2.1 Punição e Criminalização do Erro Humano

A punição traz consigo outro aspecto problemático – a culpa. A culpa visa sempre centrar-se nos defeitos dos indivíduos e não num sistema organizacional como um todo. O espírito da culpabilidade e punição intimida os funcionários, não permitindo um sistema de reporte de erros ou eventos eficaz. A teoria da punição cria uma percepção de falsas crenças sobre o desempenho humano, tenta demonstrar que a falha humana não é uma condição natural do homem mas sim um desvio propositado às normas. A punição aponta sempre para um culpado, o que condiciona e leva os outros a esconderem os seus (futuros) erros para que não sejam apanhados (Churchill, 2003).

Conforme Churchill (2003) as repercussões mais temidas por profissionais da aviação são os procedimentos criminais (prisão, coimas, etc.) devido ao envolvimento em incidentes ou acidentes aéreos. São actos que vitimam muitos

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

profissionais do sector aeronáutico, em muitos casos experientes, como por exemplo: Controladores Aéreos, Pilotos, Técnicos de Manutenção de Aeronaves, etc.

Com base em Dekker (2003), a criminalização do erro não reabilita nem torna o ser humano mais eficaz e seguro. Os acidentes aéreos são raramente o resultado de falhas de indivíduos, mas sim produtos de sequências de falhas do sistema.

A Figura 4.7 enumera algumas falhas humanas que podem ser culpáveis e outras não-culpáveis. Entre as culpáveis destacam-se aquelas cometidas com intenções ilícitas como por exemplo: sabotagem e violações negligentes. Das falhas não-culpáveis encontram-se os erros negligentes e os erros e violações induzidos pelo sistema, por exemplo devido a pressões sobre o trabalho originadas na Gestão de Topo.

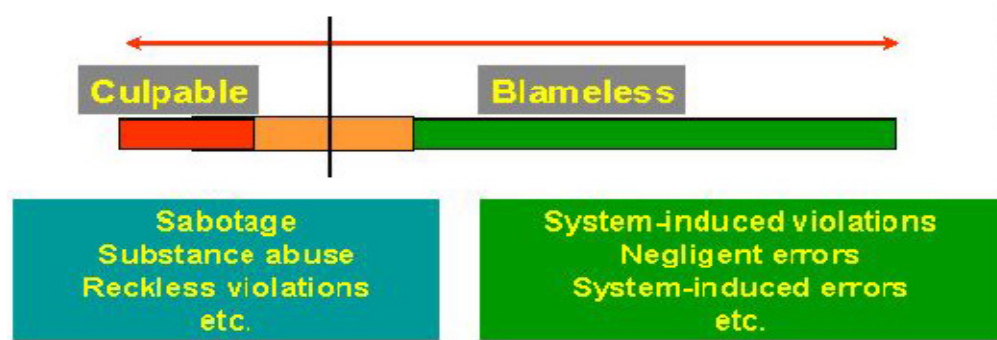


Figura 4.7 – Falhas humanas culpáveis e não-culpáveis

Fonte: Churchill, 2003

“Blame-free ou no-blame cultures” são cenários raros de encontrar na aviação, mas encontrar-se-ão verdadeiros progressos neste assunto à medida que se detecte aspectos negativos nas “blame cultures” (Dekker, 2003; Churchill, 2003).

Dekker (2003) afirma: *“Culpability in aviation does not appear to be a fixed notion, connected unequivocally to features of some incident or accident. Rather, culpability is a highly flexible category — it is negotiable; subject to national and professional interpretations, influenced by political imperatives and organizational pressures, and part of personal or institutional histories.”*

Churchill (2003) acrescenta: *“Criminalization of error is a key contributor to adversarial relationships we sometimes see in the aviation industry, and as long as there is the potential for it to play a role in an incident or accident, the 'real' truth may never surface. Various versions of the truth will emerge, perhaps following particular agendas such as staying out of jail or limiting corporate liability. Learning becomes severely restricted, if not impossible.”*

Por exemplo, em ambientes de manutenção aeronáutica, muitas vezes existe a crença que os Técnicos de Manutenção de Aeronaves não podem errar, pois todos os procedimentos são descritos detalhadamente nos manuais de manutenção. É uma crença que adota a ideia de que o TMA pode consciente e voluntariamente escolher dois sentidos: o correcto, desempenhando na íntegra os procedimentos descritos nos manuais, e o criminal, desempenhando ilícita e propositadamente o procedimento de forma errónea.

Simmons (2005) descreve-nos um acidente aéreo em que foram culpados e julgados criminalmente profissionais de manutenção de aeronaves. Pode-se ver como as políticas de punição já são aplicadas desde longa data na aviação:

Em 1958 uma aeronave Vickers Viscount 732 despenhou-se em Frimley, Inglaterra, durante um voo de teste após revisão geral, tendo a equipa de manutenção substituído e danificado um componente do leme de profundidade. As inspecções não detectaram o erro. A aeronave, já em operação, apresentou graves dificuldades no controlo das superfícies, a estrutura da asa não suportou os esforços e partiu-se, despenhando-se de seguida.

A reportagem da investigação da AAIB concluiu (Simmons, 2005):

“The accident was due to the elevator spring tab operating in the reversed sense. This involved the pilot in involuntary manoeuvres which overstressed the aircraft and caused the wing to break off. Work done to the spring tab mechanism during overhaul had been carried out incorrectly and the persons responsible for inspection failed to observe the faulty operation of the tab because they were neglectful in the performance of their duty”.

Como resultado da investigação um dos mecânicos foi julgado e sentenciado com prisão.

4.2.2.2 Aprendizagem

As políticas de aprendizagem constituem um novo estilo de gestão do erro humano, centrando-se na performance humana de modo a evitar os riscos em manutenção. A aprendizagem tem como aspectos-chave a selecção, o treino, as aprovações, o conhecimento dos procedimentos, das ferramentas, dos equipamentos, dos manuais, do bem-estar, do ambiente (iluminação, temperatura, ruído etc.), as limitações do tempo de trabalho, etc., (Simmons, 2005).

O processo de aprendizagem a partir de eventos de manutenção identifica as origens ou as causas primárias dos erros de manutenção. Este processo visa fazer às seguintes questões, de modo a melhorar a segurança e qualidade das organizações (Hobbs, 2008):

- Porquê ocorreu o comportamento?
- Porquê falhou o controlo de riscos?
- Porquê existem factores que contribuem?

Segundo Dekker (2003) a aprendizagem desafia e altera as nossas crenças sobre a segurança. Mostra que as falhas são normais resultados do exercício de tarefas em certos ambientes e que nenhuma organização é infalível, generalizando continuamente lições de segurança para o benefício de todos os funcionários e para evitar que os mesmos erros se repitam.

Simmons (2005) garante por exemplo, que a execução de procedimentos incorrectos (“bogus procedures”) não se deve somente à sabotagem. Muitas vezes, pode ter origem na preguiça, falta de compreensão, falta de ferramentas, peças, materiais ou tempo, etc.

Nos tempos modernos, as investigações de incidentes e acidentes aéreos não visam identificar os culpados, mas sim a cadeia de eventos que originou os acidentes, a não ser que no decurso das investigações se encontre provas de actos criminais como armas, explosivos, etc. Com esta abordagem de aprendizagem, podem-se tirar lições dos erros encontrados e evitar que ocorram novamente.

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

Portanto, numa organização de manutenção de aeronaves onde existe uma política de aprendizagem, encontra-se uma atmosfera não-punitiva e tolerante a níveis de erros aceitáveis, possibilitando aos trabalhadores uma maior liberdade para reportar eventos ou erros cometidos.

Um exemplo de sucesso de políticas de aprendizagem em manutenção de aeronaves é o caso “Papa Whiskey”, um Airbus A320 da Lufthansa que no ano de 2001, após passar por uma manutenção, descolava de Frankfurt com destino à Paris. Imediatamente após a descolagem, o Comandante detectou uma avaria no sistema fly-by-wire, ao tentar virar a aeronave para a direita os controlos respondiam de modo contrário, virando o A320 perigosamente para a esquerda em direcção ao solo. Foi então que o Primeiro-oficial decidiu assumir o comando da aeronave, as superfícies de controlo responderam correctamente e foi possível fazer uma aterragem de emergência segura (Thurber, 2005).

Após a investigação da ocorrência, detectou-se que a falha estava na instalação dos circuitos eléctricos e que afectara os sistemas de controlo de voo do lado do Comandante, isto é, quando o Piloto Comandante accionava o sidestick do A320 para a direita, a aeronave respondia em sentido oposto e vice-versa (Thurber, 2005).

Este incidente viria a mostrar internacionalmente, não só a perícia e o trabalho de equipa dos pilotos, mas também a razão do sucesso do Staff de Manutenção da Lufthansa-Technik. As investigações foram desenvolvidas numa atmosfera não-punitiva e conseguiu-se detectar a fonte daquele problema. Esse incidente passou a ser encarado como uma lição, e a Lufthansa-Technik fez questão que todos os seus membros aprendessem com o caso “Papa Whiskey”, de modo a evitar a ocorrência de tais situações perigosas (Thurber, 2005).

“Learning starts with failure; the first failure is the beginning of education”.

(John Hersey)

4.2.3 Sistemas de Reporte de Erros ou Ocorrências de Manutenção

Como o próprio nome indica, os Sistemas de Reporte de Erros ou Ocorrências de manutenção servem para o pessoal de manutenção de aeronaves reportar eventuais falhas que tenham cometido ou situações de manutenção adoptados no local de trabalho com as quais não concordam e decidem denunciá-las. Estes sistemas são fundamentais para a aprendizagem com os erros cometidos e para a prevenção de futuros eventos ou acidentes aéreos.

Para que haja um reporte eficaz de eventos de manutenção é necessário que os sistemas de relato sejam de carácter não-punitivo. É neste sentido que nos tempos modernos muitas organizações recorrem aos Sistemas de Reporte de Eventos anónimos ou confidenciais. A ICAO tem feito inúmeros esforços para garantir a total confidencialidade dos sistemas de reporte de eventos, porque está consciente de que as deficiências reportadas por exemplo, por pilotos, controladores de tráfego aéreo, staff de manutenção, etc., são mais precisas e verídicas quando estes sabem que trabalham numa atmosfera não-punitiva e que os relatos não terão repercussões negativas sobre eles (Churchill, 2003). Os regulamentos Part 145 da EASA exigem que as organizações de manutenção tenham um sistema interno de reporte de ocorrências, incluindo aquelas relacionadas com erro humano (Hobbs, 2008).

Um sistema de reportagem de eventos ou ocorrências criado pela ICAO em 1976 é o **Accident/Incident Reporting System (ADREP)**. De acordo com o Anexo 13 da ICAO os estados membros estão obrigados a reportar:

- Todos os acidentes que envolvam aeronaves MTOW superior 2.250 kg;
- Todos os incidentes que envolvam aeronaves MTOW superior a 5.700 kg.

A comunicação e a análise de acidentes/incidentes são também para a ICAO, factores muito importantes em matéria de prevenção de tais ocorrências, e o sistema ADREP foi concebido para servir tal propósito. Os principais objectivos do sistema ADREP são os seguintes:

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

- Os relatórios enviados para a ICAO passam a fazer parte de um banco de dados, à escala mundial, sobre acidentes/incidentes ocorridos com aeronaves;
- Os dados e a informação assim coligidos são trabalhados e editados, periodicamente, por categoria de aeronaves e por tipos de acidentes/incidentes;
- O banco de dados é utilizado para identificar os principais problemas com que cada estado membro se debate em matéria de segurança de voo;
- O sistema permite à ICAO não só reunir um volume de informação muito importante em matéria de acidentes/incidentes com aeronaves, mas também obter o seu processamento e disseminação de forma rápida e eficaz.

Dada a flexibilidade com que os dados são processados os estados membros podem, a pedido, obter qualquer tipo de informação que, a este respeito, necessitem.

No final de cada ano civil é publicada uma listagem de todas as ocorrências recebidas pela ICAO. A ICAO toma a iniciativa de enviar periodicamente a cada estado membro um resumo das principais ocorrências por forma a que as autoridades nacionais as possam utilizar na concepção dos respectivos programas de prevenção de acidentes.

Os registos de acidentes/incidentes recebidos pela ICAO no âmbito do sistema ADREP ascendem a mais de 32.000 ocorrências (74% acidentes e 26% incidentes), segundo dados da ICAO em 2004, e a base de dados aumenta a um ritmo de 800 a 1.000 por ano.

O sistema ADREP é muito útil para verificar a existência ou a taxa de repetição de anomalias iguais ou semelhantes. De igual modo, a informação contida nas bases de dados do sistema ADREP é útil no âmbito dos trabalhos de prevenção de acidentes desenvolvidos por cada estado membro da ICAO, sobretudo os trabalhos conduzidos pelos operadores, pelos fabricantes e pelas organizações responsáveis pela segurança aérea.

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

Existem outros sistemas internacionais de recolha, tratamento e difusão de informação relativa à segurança de voo, mas todos de carácter voluntário: de entre eles destacam-se o ASRS, o CHIRP, o ECCAIRS e o ASAP, que a seguir se resumem:

Aviation Safety Reporting System (ASRS)

Trata-se de um sistema norte-americano criado pela NASA em 1975 sob o aval da FAA, e que garante a confidencialidade dos declarantes. As notificações podem ser feitas não só por pilotos, mas também por controladores de tráfego aéreo, operadores aeroportuários, TMA's, isto é, qualquer indivíduo relacionado com a actividade aeronáutica e que tenha estado directa e/ou indirectamente ligado a determinada ocorrência.

Os dados obtidos no âmbito do sistema ASRS são utilizados para:

- Identificar deficiências e discrepâncias no sistema nacional de aviação norte-americano de modo a que possam ser corrigidas e/ou eliminadas;
- Formular planos e políticas de melhoramento do sistema;
- Reforçar a investigação sobre a influência dos factores humanos na aviação.

A informação obtida no âmbito do sistema ASRS, depois de tratada, é difundida mensalmente através de uma publicação denominada CALLBACK. Este boletim inclui excertos de notificações e respectivos comentários, artigos de investigação no âmbito do sistema ASRS e informação variada relacionada com a segurança de voo.

Confidential Human Factors Incident Reporting Programme (CHIRP)

Trata-se de um programa criado pela UK CAA (Civil Aviation Authority) em 1982, e que garante a confidencialidade dos declarantes. As notificações podem ser feitas não só por pilotos, mas também por controladores de tráfego aéreo, operadores aeroportuários, TMA's, isto é, qualquer indivíduo relacionado com a actividade aeronáutica e que tenha estado directa e/ou indirectamente ligado a determinada ocorrência.

A informação obtida no âmbito do programa CHIRP, depois de tratada, é difundida trimestralmente através de uma publicação chamada FEEDBACK. Na

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

mais recente edição do Feedback, datada em Março de 2010, são descritos graficamente os principais problemas reportados por staff de Engenharia e Manutenção. Como se pode constatar através da Figura 4.8, assuntos relacionados com Manutenção (de Linha, de Base e Regenerativa) são os mais reportados, seguindo políticas da companhia, regulamentação/legislação, pressões (da gestão e supervisores), comunicações externas, infra-estruturas aeroportuárias, comunicações internas, segurança (security) e licenças.

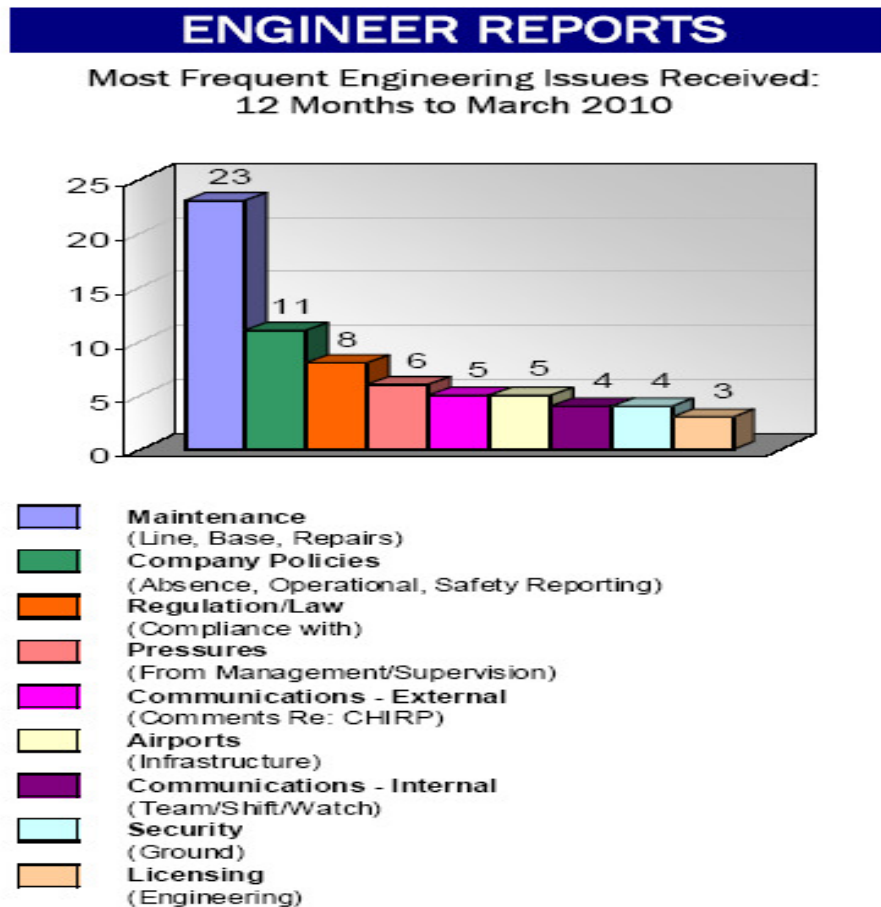


Figura 4.8 – Relatos de Ocorrências através do CHIRP

Fonte: Feedback Issue Nº 94 (Março de 2010)

European Coordination Center for Aviation Incidents Reporting Systems (ECCAIRS)

Trata-se de um sistema criado no seio da União Europeia que garante a confidencialidade dos declarantes. É usado para recolher, tratar e difundir pelos estados membros, ocorrências relacionadas com acidentes/incidentes aéreos.

Pretende-se que, nesta matéria, seja um incentivo à troca de informações e experiências entre os estados membros.

Aviation Safety Action Program (ASAP)

O programa ASAP foi desenvolvido pela Federal Aviation Administration (FAA) com o objectivo de encorajar os trabalhadores das companhias aéreas e organizações de manutenção de aeronaves a reportar voluntariamente ocorrências, de modo que seja possível identificar factores de risco que possam desencadear acidentes. O ASAP visa também resolver problemas de segurança (safety) através de uma atitude pró-activa, em vez de disciplina ou punição (Patankar and Driscoll, 2004).

O nível de sucesso do programa é avaliado através da (DOT and FAA, 2009):

- Mudança do paradigma da Cultura de Segurança (safety culture) das organizações de manutenção;
- Confiança empregado-gestor;
- Análise de custos de investimentos no programa ASAP.

Muitos especialistas, entretanto questionam o sucesso do ASAP. Por exemplo, Hobbs (2008) defende que o programa é mais adoptado pelas tripulações de voo do que pelas equipas de manutenção. Também o ASAP aceita apenas reportes de ocorrências que obedeçam às seguintes condições:

- O reporte deve ser submetido atempadamente, geralmente dentro de 24 horas a partir do momento em que o relator tome conhecimento do problema.
- A ocorrência não deve envolver actos de natureza criminal.
- A ocorrência não deve envolver falsificação intencional de documentos.
- A ocorrência não deve envolver violações intencionais ou acções que reflectem o não-cumprimento intencional das regras de segurança (safety).

Em 2002 a FAA em parceria com o U.S DOT elaboraram e aprovaram uma Advisory Circular (AC 120-66B) destinado exclusivamente ao programa ASAP. Descreve os objectivos do programa e apresenta orientações para a sua implementação (DOT and FAA, 2002.b).

4.3 Maintenance Resource Management (MRM)

4.3.1 Definição

Desde os primórdios da aviação que os aspectos humanos têm sido levado em conta no design/dimensionamento e eficiência das aeronaves. Os primeiros esforços para a redução de acidentes aéreos através da compreensão da performance humana datam da Segunda Guerra Mundial. O moderno conceito “Maintenance Resource Management” é o resultado de todos esses esforços implementados ao longo das últimas décadas.

Como o próprio nome indica, Maintenance Resource Management consiste na gestão dos recursos (técnicos e humanos) de manutenção. É um processo geral que visa melhorar a comunicação, a eficácia, e a segurança (safety) em operações de manutenção (Robertson, 2004). Ao mesmo tempo, MRM modifica a cultura de segurança de uma organização através do estabelecimento de uma generalizada e positiva atitude face à segurança (safety), alterando o comportamento e aperfeiçoando o desempenho do staff de manutenção (Robertson, 2004). Segundo Taylor (1997) MRM assenta-se em duas principais características, ambas com o final objectivo de melhorar a segurança (safety):

- A cooperação na gestão laboral;
- E o desenvolvimento de práticas de comunicação positiva e assertiva.

Hawkins (2006) acrescenta que MRM não visa endereçar separadamente aspectos sobre factores humanos aos Técnicos de Manutenção de Aeronaves (TMA's) e aos seus Gestores. Pretende sim envolver e encarar todo o pessoal da companhia como um sistema. Para melhorar a segurança e reduzir os erros de manutenção, o MRM aumenta a coordenação e a troca de informações quer entre membros do mesmo sector de manutenção, quer entre diferentes sectores de manutenção da mesma organização (Robertson, 2004).

Os treinos de MRM são actividades em salas de aulas ou de reuniões onde se tentam desenvolver comportamentos nos participantes, que garantam uma interacção entre a segurança, a aeronavegabilidade e o profissionalismo (Hawkins, 2006). Como se pode observar na Figura 4.9, as palestras de treino de MRM tentam

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

promover o espírito de grupo, e são sempre acompanhadas por co-facilitadores (2 no caso desta figura).



Figura 4.9 - Treino de Maintenance Resource Management

Fonte: Robertson, 2004

Nessas palestras os co-facilitadores auxiliam os participantes a criar uma consciencialização situacional, a reconhecer sequências de erros e a melhorar as suas capacidades de comunicação (Hawkins, 2006). Os detalhes dos treinos de MRM variam de organização para organização. No entanto, todos integram tópicos tradicionais sobre factores humanos, como design de equipamentos, fisiologia humana, carga de trabalho e segurança no local de trabalho (Robertson, 2004).

Segundo (Robertson, 2004), um típico programa de MRM abrange os seguintes aspectos:

- Compreensão da operação de manutenção como um sistema;
- Identificação e compreensão de assuntos básicos sobre factores humanos;
- Reconhecimento de causas contribuintes para o erro humano;
- Consciencialização situacional;
- Tomada de decisão e liderança;
- Assertividade;
- Gestão de stress e fadiga;
- Coordenação e planeamento;
- Trabalho em equipa e resolução de conflitos;
- Comunicação (escrita e verbal) e cumprimento de normas.

4.3.2 Evolução do MRM

A filosofia e o formato dos programas de MRM actuais resultaram da evolução de uma série de programas similares. Na Figura 4.10 pode-se ver os programas que evoluíram e permitiram chegar ao Maintenance Resource Management, as datas e os acontecimentos que serviram de causas imediatas para os impulsionar (Robertson, 2004).

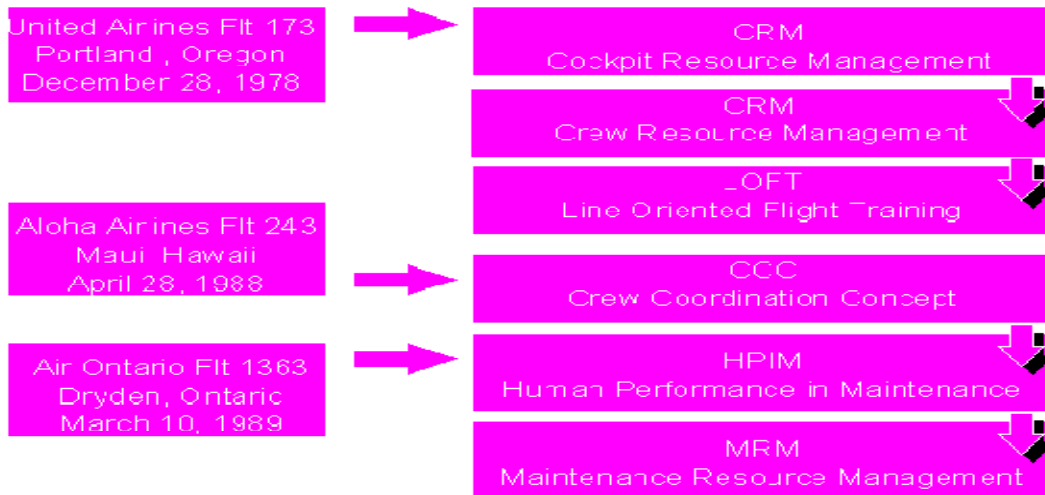


Figura 4.10 – Evolução dos Programas de Factores Humanos

Fonte: Robertson, 2004

Nos finais da década de 1970 ocorreu um acidente com um DC-8 da United Airlines em Portland, nos Estados Unidos. A aeronave indicava um problema no trem de aterragem e os pilotos decidiram permanecer a sobrevoar o aeroporto até resolver o problema. Ambos os pilotos desviaram a sua atenção para a avaria e não monitorizaram outros parâmetros de voo. A aeronave ficou sem combustível e acabou por despenhar-se, vitimando 10 pessoas. O acidente levou que a United Airlines criasse o CRM – Cockpit Resource Management, um programa de treino para melhorar a comunicação entre os pilotos e outros membros dentro do cockpit (MRM chapter). Posteriormente, o CRM passaria a significar Crew Resource Management e destinar-se-ia a todos os tripulantes de voo, de modo a gerir melhor o comando, a liderança e a gestão dos recursos dentro e fora do cockpit (Taylor, 1997).

Após o CRM as companhias aéreas deram origem ao LOFT – Line Oriented Flight Training. Este tipo de treino incorporava simuladores de voo para criar

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

cenários realistas de situações de stress no cockpit. O feedback dado por esses treinos permitiria melhorar o desenvolvimento e a coordenação da comunicação entre a tripulação, possibilitando assim, melhores relacionamentos no trabalho (Robertson, 2004).

Infelizmente, tal como o CRM, o Maintenance Resource Management (MRM) surgiu como reacção a outro acidente, o do Boeing 737 da companhia havaiana, Aloha Airlines, que se descreve no capítulo 2 deste trabalho. As investigações a esse acidente revelaram problemas relacionados com factores humanos na inspecção à aeronave, despertando a atenção para a manutenção como um factor contribuinte para acidentes aéreos. Este acidente viria a despoletar o aparecimento dos treinos de MRM (Robertson, 2004).

Antes da definitiva implementação do MRM, a Continental Airlines criara o CCC – Crew Coordination Concept, uma versão actualizada do programa CRM mas destinada ao seu pessoal de operações técnicas de manutenção. O programa CCC viria a ser o antecessor do que hoje se denomina de MRM. Pelo meio, como consequência do acidente de uma aeronave da Air Ontario em 1989, a Transport Canada também desenvolveu o programa HPIM - Human Performance In Maintenance. O HPIM e CCC trabalhavam em paralelo, tentando reduzir acidentes devido à falta de coordenação e do trabalho em equipa na manutenção (Robertson, 2004).

A implementação do CCC evidenciou efeitos positivos e significantes a nível da segurança, comunicação assertiva, coordenação de equipas e gestão de stress. No início da década de 1990, a Continental Airlines iniciou os seus primeiros treinos de MRM, e um dos resultados desses treinos foi a identificação dos “Dirty Dozen”, que também já foram referidos no capítulo 2 (Robertson, 2004). Os programas de MRM partilham os mesmos aspectos básicos com o CRM, nomeadamente a comunicação e o trabalho coordenado em equipa. No entanto, o MRM destina-se aos Técnicos de Manutenção de Aeronaves (TMA's), ao Pessoal de planeamento e logística, Inspectores, Engenheiros, Managers, e todo o pessoal que pertence a organizações de manutenção (Robertson, 2004).

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

No entanto (Robertson, 2004) defende que o sucesso de qualquer programa de Maintenance Resource Management depende da total participação dos membros da respectiva organização.

4.3.3 Ferramentas de apoio ao treino de Maintenance Resource Management

A aplicação de programas de MRM necessita do auxílio de importantes métodos de factores humanos. O modelo teórico mais usado em treinos de MRM é o modelo SHELL, representado na Figura 4.11.

O modelo SHELL apresenta características que se assentam na essência dos programas de MRM. Segundo este modelo, os acidentes na aviação provêm da combinação do erro humano individual (Liveware individual) com outros possíveis quatro componentes (Santi, 2009):

- Software (procedimentos, manuais, programas informáticos, etc.);
- Hardware (ferramentas, equipamentos, escadas, plataformas de apoio à manutenção, etc.);
- Environment (ambiente físico, organizacional, político, etc.);
- Liveware group (as pessoas que fazem parte da organização, comunicação, liderança, etc.).

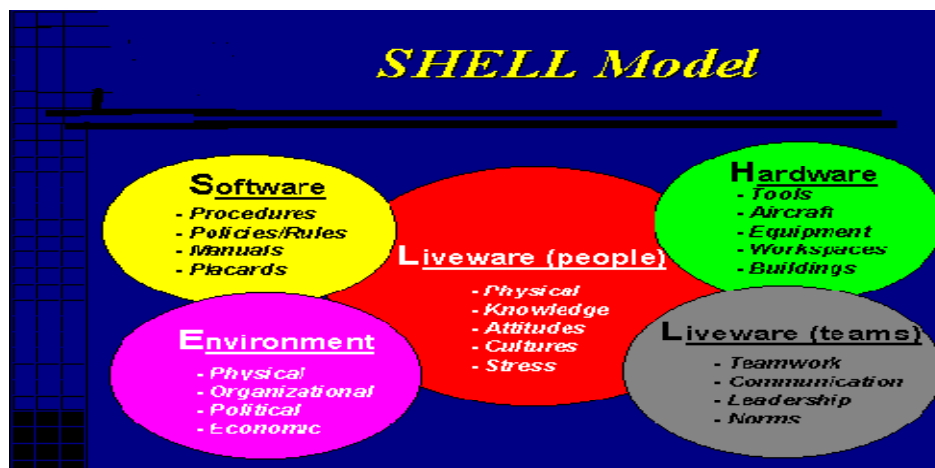


Figura 4.11 - Componentes do Modelo SHELL

Fonte: Robertson, 2004

A interacção desses cinco componentes podem afectar a limitação humana em manutenção quer individual como colectivamente. Este modelo é descrito com detalhe no capítulo 5 deste trabalho.

Para além do modelo SHELL, também são usadas muitas das ferramentas de apoio à investigação de factores humanos que já foram descritos neste capítulo, por exemplo: ERNAP, MEDA, AMMS, HFACS, ASRS, etc., (Robertson, 2004).

4.3.4 Eficácia e Fiabilidade do MRM

Como já referimos anteriormente, a maior parte das organizações de manutenção de aeronaves têm implementado programas de Maintenance Resource Management, pois acreditam que estes podem induzir uma redução significativa do erro humano em manutenção.

Na Figura 4.12 encontra-se um gráfico com os resultados de um estudo aplicado a 42 centros de manutenção de aeronaves dos Estados Unidos da América, realizado entre os anos de 1995 e 1999. O estudo teve como principal objectivo avaliar a quantidade média de ocorrências de manutenção antes, durante e após a aplicação de treinos de MRM nessas estações (Taylor and Patankar, 2001).

O gráfico da Figura 4.12 mostra os valores médios de eventos que causaram danos às aeronaves no solo, por cada unidade de manutenção de linha.

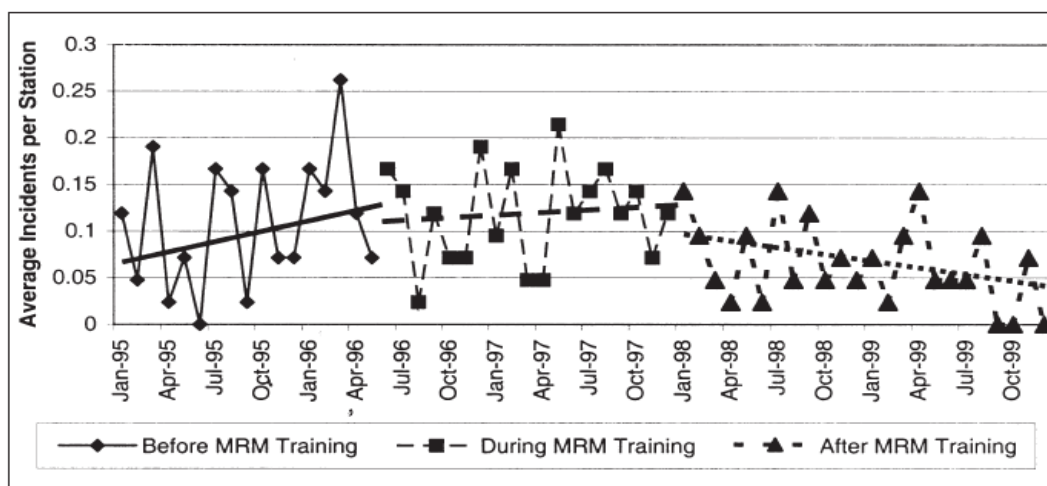


Figura 4.12 - Valores médios de ocorrências em estações manutenção de linha entre 1995 e 1999, nos E.U.A

Fonte: Taylor and Patankar, 2001

Podemos ver que antes do início dos treinos de MRM havia uma linha de tendência ascendente, reflectindo-se num incremento do número de ocorrências de manutenção. Durante o período de implementação dos treinos houve uma estabilização no número de ocorrências. Após a aplicação dos treinos de MRM, nota-se uma significativa tendência descendente no número de ocorrências, o que evidencia um forte contributo desses treinos na diminuição do erro humano e da melhoria da segurança em manutenção de aeronaves.

Os resultados do gráfico anterior dissipam quaisquer dúvidas sobre a eficácia e fiabilidade do Maintenance Resource Management. Qualquer organização que implementar eficazmente um programa de MRM terá certamente a médio e a longo prazo, muitos benefícios a nível de segurança nas suas operações técnicas de manutenção.

4.4 A Importância dos Treinos em Factores Humanos no futuro da Manutenção Aeronáutica

4.4.1 A posição das Autoridades Aeronáuticas Internacionais

As principais autoridades internacionais que regulam a aeronáutica têm como principal desafio para um futuro próximo, a implementação de regulamentos que obriguem as empresas de manutenção de aeronaves a adoptarem programas permanentes de Maintenance Resource Management. Por enquanto, essas autoridades vão emitindo recomendações e orientações sobre a implementação de treinos de MRM através de regulamentos de carácter não-obrigatório, como veremos de seguida.

European Aviation Safety Agency (EASA)

O **artigo 145.A.30(e) do Regulamento (EC) No 2042/2003** da EASA estabelece recomendações em matéria de formação de Factores Humanos e de Desempenho (performance), a assegurar pela respectiva organização de manutenção:

“The organization shall establish and control the competence of personnel involved in any maintenance, management and/or quality audits in accordance with a procedure and to a standard agreed by the competent authority. In addition to the necessary expertise related to the job function, competence must include an understanding of the application of human factors and human performance issues

appropriate to that person's function in the organization. 'Human factors' means principles which apply to aeronautical design, certification, training, operations and maintenance and which seek safe interface between the human and other system components by proper consideration of human performance. 'Human performance' means human capabilities and limitations which have an impact on the safety and efficiency of aeronautical operations" (EASA, 2003; Lourenço da Saúde, 2009).

Federal Aviation Administration (FAA)

O **Advisory Circular (AC) 120-72** elaborado pela FAA em parceria com o U.S Department of Transportation destina-se exclusivamente aos treinos de MRM. Para além de conter tópicos importantes sobre factores humanos, também estabelece orientações para a implementação de um programa de MRM por parte das empresas de manutenção (DOT and FAA, 2000).

A Aviation Rule Making Advisory Committee (ARAC) da FAA tem estado a desenvolver e planear esforços para incluir Maintenance Resource Management nas **Federal Aviation Regulations (FAR) Part 121.375**. No entanto, a nova regra ainda não foi aprovada e distribuída pela FAA (Robertson, 2004).

United Kingdom Civil Aviation Authority (UK CAA)

A autoridade que regula o sector aeronáutico no Reino Unido, a UK CAA, identifica a implementação de MRM e outros treinos sobre factores humanos como uma prioridade (Robertson, 2004). Embora não haja nenhum regulamento actualmente para treino sobre factores humanos, a UK CAA nomeou um pequeno grupo de especialistas na matéria para motivar e promover os benefícios desse tipo de treino junto das grandes empresas de manutenção de aeronaves. A CAA encara os programas de treino como um suporte para uma positiva "organizational safety culture" (Robertson, 2004).

Bureau of Air Safety Investigation (BASI)

Esta agência governamental australiana tem feito pesquisas "no terreno" e emitido recomendações para o sector da aviação, incluindo aspectos relacionados com os factores humanos em manutenção de aeronaves (Robertson, 2004). Os projectos da BASI visam entender e descrever as causas provenientes de factores humanos que contribuem para a ocorrência de erros de manutenção.

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

Os estudos da BASI neste âmbito baseiam-se em componentes do modelo SHELL e tentam também descrever variáveis activas e latentes que podem conduzir ao erro humano em ambientes de manutenção. Em 1997 a BASI publicou uma lista de acções de segurança que as organizações de manutenção poderiam implementar relativamente à problemática do erro humano. Uma dessas recomendações foi a introdução de treinos similares ao CRM para trabalhadores de manutenção (Robertson, 2004).

Transport Canada

Esta autoridade que regula o transporte aéreo no Canadá não possui nenhuma directiva que obrigue a aplicação do MRM ou de outros programas de treino em factores humanos. No entanto, criou em parceria com o especialista em factores humanos, Gordon Dupont, um programa de treinos denominado Human Performance In Maintenance (HPIM). Este programa de treino fornece informações valiosas que podem ser implementadas em programas de MRM (Robertson, 2004).

4.4.2 A posição das Empresas de Manutenção Aeronáutica

Os programas de Maintenance Resource Management têm sido aceites e implementados com sucesso pela maioria das principais empresas aeronáuticas em todas as regiões do mundo. Essas empresas têm desenvolvido programas de MRM específicos, consoante as suas respectivas necessidades organizacionais. Dois de inúmeros exemplos de companhias aéreas que possuem excelentes programas de MRM são a Delta Airlines e a US Airways (Robertson, 2004).

A Delta Airlines, por exemplo, desenvolveu um programa denominado Team Resource Management para o seu pessoal de rampa (linha da frente), de modo a fortalecer a competência dos trabalhadores (Robertson, 2004).

A US Airways desenvolveu um programa de MRM que continua sempre em actualização. Este programa é um produto da parceria entre:

- O Management Staff da manutenção da US Airways;
- A International Association of Machinists & Aerospace Workers (IAM & AW);
- E os Flight Standards District Offices (FSDO) da FAA.

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

As suas actividades de MRM incluem métodos participativos para reduzir erros em documentações de manutenção, treinos relacionados com documentações e reuniões antes do início dos turnos, e “mesas redondas” que envolvem gestores, inspectores, TMA's, especialistas em treinos de factores humanos, investigadores académicos e representantes da IAM & AW e da FAA. Todo o pessoal de manutenção da empresa tem acesso ao programa, de modo a compreender como ocorrem os erros de manutenção, criar uma consciencialização sobre segurança e desenvolver capacidades de comunicação. Os treinos de actualização de MRM são separados por um intervalo de tempo de 90 a 120 dias (Robertson, 2004).

Muitas empresas de manutenção que não possuem um programa de MRM interno têm estado a contratar instrutores para treinar o seu staff. Também já algumas escolas de TMA's já incluem nos seus planos curriculares programas de treino em equipa (Robertson, 2004).

No entanto, (MRM chapter) defende que o sucesso de um programa de MRM em qualquer organização de manutenção depende de cinco elementos:

- Apoio dos Gestores de Topo;
- Treino para supervisores e gestores;
- Comunicação e feedback contínuos entre os membros da organização;
- Uso de métodos ou técnicas de abordagem ao sistema;
- Total participação de todos os membros da organização.

4.4.3 Impacto dos Programas de Treino em Factores Humanos

O custo financeiro de implementação dos programas de factores humanos em manutenção de aeronaves é um factor a ter sempre em conta sempre pelas organizações de manutenção. Será que vale mesmo a pena investir meios financeiros nesses programas?

A Figura 4.13 representa graficamente os montantes investidos pelas principais autoridades aeronáuticas norte-americanas (NTSB, DOT, FAA) nos anos de 1997 e 1998, em programas de formação em factores humanos (ERAU, 2000).

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

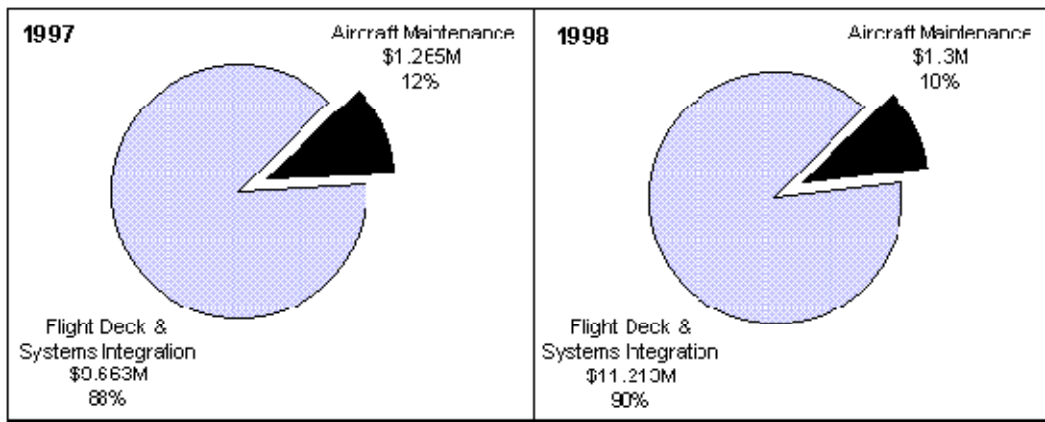


Figura 4.13 - Fundos aplicados pela NTSB, DOT e FAA em programas de factores humanos para manutenção e cabines de voo, em 1997 e 1998

Fonte: ERAU, 2000

Como podemos constatar na Figura 4.13, os fundos aplicados aos programas de factores humanos em manutenção de aeronaves são muitos inferiores relativamente àqueles investidos em integração de sistemas e em cabines de voo.

Em 1997 12% (\$1.265M USD) do montante destinado a programas de factores humanos na aviação foram aplicados na manutenção, enquanto 88% (\$9.663M USD) nas tripulações. Em 1998 foram investidos \$1.3M USD no desenvolvimento de programas de factores em manutenção (10% dos fundos para programas de factores humanos na aviação), enquanto os outros 90% (\$11.213M) destinaram-se ao pessoal de cabina. O montante de \$1.3M USD gasto em 1998 representa 4.6% do orçamento de \$28M da FAA para o desenvolvimento de projectos sobre factores humanos em todas as áreas da aviação naquele ano (ERAU, 2000).

Esses dados evidenciam que o investimento em programas de factores humanos por parte das organizações de manutenção traz sempre vantagens para estas, visto que o custo de implementação não é tão elevado, e de desde que sejam eficazmente aplicados, reflectem-se na redução do erro humano e na melhoria dos níveis de segurança.

CAPÍTULO

5

Estudo sobre Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves aplicado aos Transportes Aéreos de Cabo Verde

Neste capítulo apresentam-se os resultados do estudo experimental aplicado aos Transportes Aéreos de Cabo Verde. A pesquisa foi conduzida através de um questionário de operações técnicas baseado no Modelo SHELLO.

5.1 Objectivo do Estudo

Este estudo sobre factores humanos foi aplicado a todo o staff da Direcção de Manutenção & Engenharia (DME) dos TACV Cabo Verde Airlines, a companhia aérea nacional de Cabo Verde. O objectivo é identificar e analisar a presença de factores de risco que podem afectar ou condicionar a performance humana, e avaliar o grau de frequência com que estes costumam ocorrer na DME dos TACV. Para o desenvolvimento da nossa pesquisa, desenvolveu-se um questionário baseado numa versão actualizada do modelo SHELL, a versão SHELLO.

Este é um estudo inédito aplicado em organizações de manutenção aeronáutica caboverdianas. Numa altura em que os TACV começam a planear uma estrutura interna para Formação em Factores Humanos, além de levar informações de prevenção neste contexto ao seu Pessoal, convém também avaliar até que ponto elas são assimiladas. Pretende-se tirar conclusões ou resultados importantes com este questionário, e se assim for, este poderá ser uma mais-valia para incorporar o Programa de Factores Humanos dos TACV.

5.2 Descrição dos TACV Cabo Verde Airlines

A TACV é a companhia aérea de bandeira de Cabo Verde, uma empresa estatal fundada em 1958, a partir da transformação do então “Aeroclub de Cabo Verde” numa empresa pública de transportes aéreos.

A companhia faz voos regulares e charters no domínio doméstico, regional e internacional. A operação doméstica abrange voos diários para sete das nove ilhas habitadas. A frota doméstica integra duas aeronaves ATR72-500 e uma ATR42-500, com capacidade para 68 e 46 passageiros respectivamente. A operação regional abrange as linhas regulares para a costa africana, para onde são realizados voos nos aviões ATR a partir da cidade da Praia para Dakar e Bissau.

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves



Figura 5.1 – ATR 72-500 dos TACV Cabo Verde Airlines

A operação internacional abrange linhas regulares para Lisboa, Las Palmas, Paris, Roma, Bérghamo, Milão, Veneza, Munique, Amesterdão, Boston e Fortaleza, no Brasil. A frota de longo curso é composta por duas aeronaves Boeing 757-200ER com capacidade para 200 passageiros.



Figura 5.2 – Frota de Boeing's 757-200ER dos TACV Cabo Verde Airlines

A base de operações de voo e manutenção da companhia situa-se no Aeroporto da Praia, Ilha de Santiago, Cabo Verde. A Figura 5.3 representa o organigrama da empresa. A Direcção de Manutenção & Engenharia (DME), o sector onde o nosso estudo foi aplicado, é composta por 63 funcionários.

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

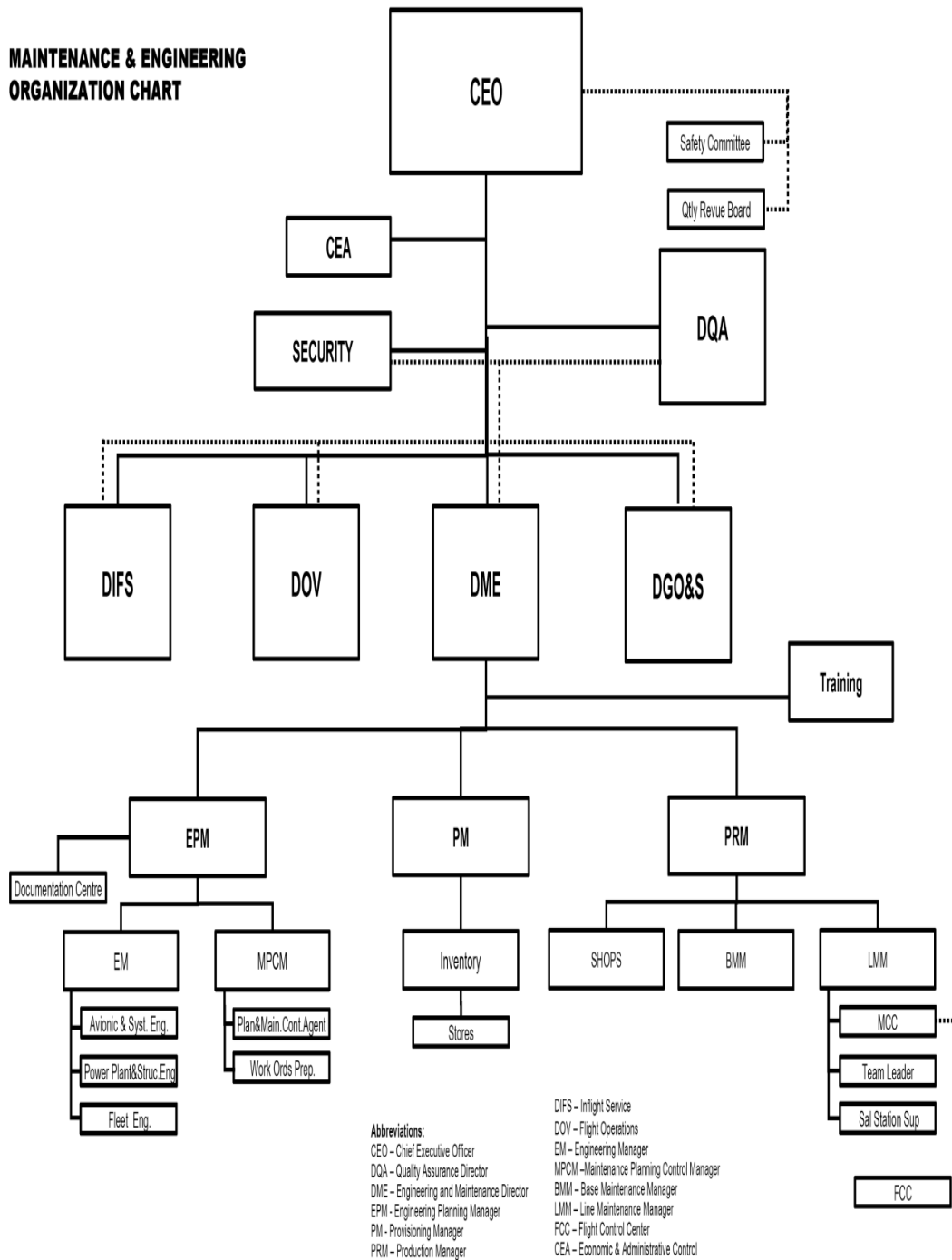


Figura 5.3 – Organigrama da DME dos TACV

O empenho da Direcção de Manutenção & Engenharia tem sido fundamental para o sucesso da companhia a nível internacional nas duas últimas décadas. A transportadora integrou em 1998 o programa “Safe Skies For Africa” promovido e financiado pelos Estados Unidos da América, com vista a melhorar os níveis de segurança (safety e security) na aviação de alguns países africanos.

Em 2003 o estado de Cabo Verde seria o primeiro desses países a alcançar os objectivos pretendidos pelo programa. Os TACV foram premiados com a International Aviation Safety Assessment (IASA) Category 1 for safety da FAA (classificação máxima atribuída pela FAA aos operadores aéreos que cumprem na totalidade os requisitos de segurança propostos pela ICAO). Com esta classificação a companhia aérea de bandeira do país pôde passar a operar directamente e/ou em *codeshare* para os Estados Unidos, bem como obteve certificado de tipo ETOPS (Extended Twin Engine Operations), o que lhe permite fazer voos transatlânticos e com tripulação própria com as suas aeronaves bimotores (Boeing's 757-200ER).

5.3 Descrição do Método de Pesquisa

Neste trabalho de investigação recorreremos à elaboração de um questionário anónimo que pretendeu recolher informações acerca de aspectos relacionados com *Factores Humanos em Manutenção Aeronáutica* presentes na Direcção de Manutenção & Engenharia dos TACV Cabo Verde Airlines. Este inquérito teve como finalidade, quantificar e avaliar analítica e graficamente através do Modelo SHELLO, o nível de frequência de potenciais factores de risco que podem afectar o desempenho humano no seio da referida empresa.

5.3.1 Modelo SHELL(O)

O modelo SHELL é um dos modelos mais usados e que melhor relaciona os factores humanos com os acidentes na indústria aeronáutica. A primeira versão deste modelo foi desenvolvida na década de 1970 e denominava-se **SHEL**. Segundo esta versão, todos os acidentes na aviação provinham de quatro factores principais (Santi, 2009): *Software* (por ex: procedimentos de manutenção, regulamentos, manuais de manutenção, layout dos checklists, etc.), *Hardware* (por ex: ferramentas, equipamentos de teste, escadas e outras estruturas de apoio à manutenção, controlo de instrumentos, etc.), *Environment* (por ex: o ambiente físico, como condições de temperatura e ruído nos hangares, etc, bem como o ambiente ou clima organizacional) e *Liveware* (o ser humano no centro do modelo, por ex: Engenheiro de Manutenção, Supervisor, Pessoal de Planeamento e de Logística, Técnico de Manutenção de Aeronaves, etc.). Esta versão identificava

portanto três tipos de recursos que interagem com um outro quarto – Liveware (individual).

Na década de 1980 surgiu a versão **SHELL**, que possuía um quarto recurso (Santi, 2009): Liveware (group) que abrangia as relações inter-pessoais. O Modelo passaria a contar então com quatro dimensões (Liveware–Software, Liveware–Hardware, Liveware–Environment, and Liveware–Liveware).

Contudo, nos últimos vinte anos Reason (1990, 1997.a) tem comprovado que nos encontramos numa era de acidentes organizacionais, isto é, que as causas dos acidentes na aviação não provêm de factores individuais, mas sim de todo o sistema organizacional. A partir do momento em que os seres humanos passam a ser o centro da segurança na aviação, a qualidade, a capacidade, a atitude, a percepção e o treino do pessoal devem ser considerados elementos imprescindíveis e prioritários. A cultura individual é condicionada pela cultura e pelo clima organizacional (cultura de segurança da organização), modelo de gestão e padrões de tomada de decisão da empresa (Chang and Wang, 2009).

Os acidentes muitas vezes originados nos gestores de topo, decompõem-se numa série de eventos e que podem dificultar o seu reconhecimento ou controlo por parte do pessoal da linha da frente (por ex: os TMA's), que constituem a última barreira de defesa antes de se chegar às aeronaves (Chang and Wang, 2009).

Nas versões SHEL e SHELL, a component Ambiente (Environment) englobava aspectos ambientais externos (temperatura, ruído, fumos ou produtos tóxicos, etc.) e aspectos ambientais internos (políticas de segurança da organização, reporte de eventos, estruturação e o clima organizacional, etc.), o que facilmente causava alguma confusão. Para resolver essa situação, Chang and Wang (2009) propuseram a criação de uma nova componente do modelo: Organization, passando o modelo a designar-se de SHELLO (Figura 5.4).

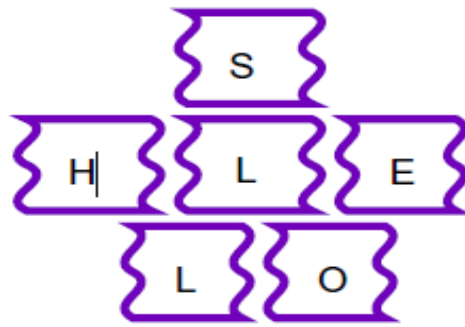


Figura 5.4 - Modelo SHELLO

Fonte: Chang and wang, 2009

A componente Organization engloba aspectos como as políticas de segurança e o clima organizacional. O Modelo SHELLO incorpora as cinco seguintes dimensões interactivas, estando o ser humano (Liveware) no seu centro:

- L-S: Liveware-Software;
- L-H: Liveware-Hardware;
- L-E: Liveware-Environment;
- L-L: Liveware-Liveware;
- L-O: Liveware-Organization.

Foi com base neste modelo actualizado e promovido por Wang and Chang (2009) que se efectuou o presente estudo sobre factores humanos nos TACV Cabo Verde Airlines.

5.3.2 Participantes e Procedimento

Esta pesquisa foi conduzida através de um questionário (em formato de papel e anónimo) dirigido a todos os 63 funcionários da Direcção de Manutenção & Engenharia (DME) dos TACV Cabo Verde Airlines. Foi nomeado um responsável pela distribuição e recolha dos questionários dentro da empresa.

Um total de 47 questionários foi respondido, representando uma razão de resposta de 74,60%. Dos 47 respondentes, 82,98% são do sexo masculino e 17,02% do sexo feminino. As profissões ou funções que os 47 respondentes exercem na DME dos TACV encontram-se descritas na tabela seguinte:

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

Tabela 5.1 – Profissões/Funções dos respondentes

Profissão/Função	Número de respondentes	Percentagem (%)
Engenheiros	11	23,40
Técnicos de Manutenção de Aeronaves	23	48,94
Mecânicos	3	6,38
Auxiliares de Mecânicos	2	4,26
Pessoal de Aprovisionamento	6	12,77
Auxiliares do Departamento de Planeamento	1	2,13
Pessoal do Centro de Documentação Técnica	1	2,13

As habilitações ou qualificações dos respondentes são as seguintes:

Tabela 5.2 – Habilitações/Qualificações dos respondentes

Habilitações	Número de respondentes	Percentagem (%)
Ensino Secundário	4	8,51
Formação Técnico-Profissional	22	46,81
Bacharelato (3 anos)	8	17,02
Licenciatura (Pré-Bolonha)	12	25,53
Mestrado (Modelo de Bolonha)	1	2,13

A distribuição etária dos respondentes pode ser analisada na Tabela 5.3:

Tabela 5.3 – Distribuição etária dos respondentes

Idades (anos)	Número de respondentes	Percentagem (%)
< 30	4	8,51
30-40	18	38,3
41-50	15	31,91
> 50	10	21,28

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

Para cada item foi pedido aos inquiridos que atribuíssem uma classificação, mediante o grau de frequência que esta ocorre no seu local de trabalho. A classificação de cada item baseia-se numa escala de 0 a 5, nos seguintes moldes:

- 0 – Não relevante para mim
- 1 – Nunca
- 2 – Muito raramente
- 3 – Ocasionalmente
- 4 – Frequentemente
- 5 – Muito frequentemente

5.4 Resultados

5.4.1 Apresentação dos resultados

O questionário utilizado nesta pesquisa foi composto por 51 questões seleccionadas a partir da pesquisa bibliográfica que serviu de base à realização da presente dissertação, sendo todas as questões enquadradas no modelo SHELLO. Após uma cuidadosa avaliação das respostas, foram elaborados gráficos para representar o grau de frequência com que ocorrem os factores de risco associados ao desempenho humano na Direcção de Manutenção & Engenharia dos TACV Cabo Verde Airlines. Por ser avaliado um elevado número de factores, decidimos representar graficamente os valores médios obtidos por cada item. Cada gráfico representa uma das cinco dimensões do modelo SHELLO.

Dimensão Liveware-Software (L-S)

Para esta primeira dimensão foram analisadas as sete seguintes questões:

- **Questão 1 (Q1):** Os Manuais e outros tipos de documentação são de conteúdo claro?
- **Questão 2 (Q2):** Do que sabe a revisão e actualização dos Manuais de manutenção está permanentemente feita?
- **Questão 3 (Q3):** Considera que existem Anúncios (chamadas de atenção) para itens relevantes nos documentos de manutenção?
- **Questão 4 (Q4):** Acha que existe material de treino inadequado?
- **Questão 5 (Q5):** Já detectou desvio de procedimentos padrão devido a documentos confusos?
- **Questão 6 (Q6):** Existem softwares e programas informáticos que auxiliam as operações de manutenção?

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

- **Questão 7 (Q7):** Tem conhecimento de erros por parte dos colaboradores da empresa no preenchimento de documentações?

Os valores médios obtidos por cada questão encontram-se descritos no gráfico da Figura 5.5.

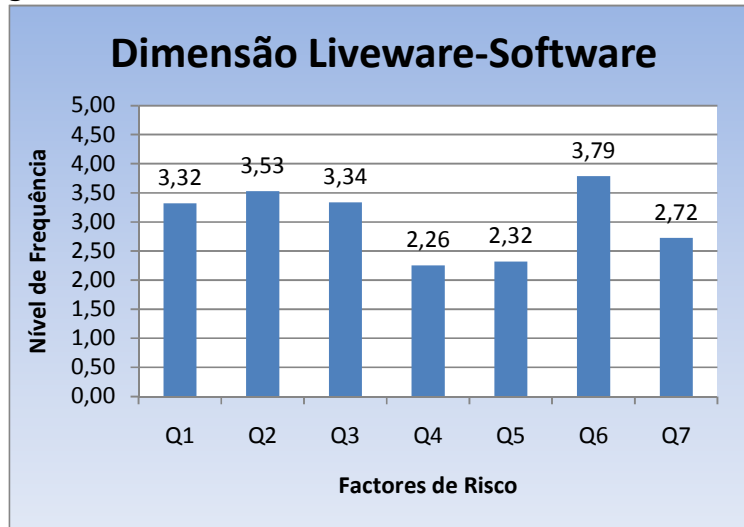


Figura 5.5 – Classificação média dos factores de risco na dimensão L-S

Dimensão Liveware-Hardware (L-H)

Na dimensão Liveware-Hardware foram analisadas mais sete questões:

- **Questão 1 (Q1):** Existe equipamento disponível e ferramentas adequadas?
- **Questão 2 (Q2):** A Logística de apoio ao trabalho é rápida e eficiente (armazéns e sistemas de abastecimento de partes/peças proveniente dos fornecedores)?
- **Questão 3 (Q3):** Existem adequados acessos, recorrendo a escadas, degraus ou outros sistemas de elevação para realizar as tarefas de manutenção das aeronaves?
- **Questão 4 (Q4):** Existem dispositivos de simulação e treino baseados em computadores?
- **Questão 5 (Q5):** Existem sistemas automatizados e/ou computadorizados que permitem executar as tarefas com maior rapidez e eficiência?
- **Questão 6 (Q6):** Tem experiência ou sabe da ocorrência de erros durante a execução dos procedimentos?
- **Questão 7 (Q7):** Acha adequada a estruturação e a organização do(s) hangar(es)?

Os valores médios obtidos por cada questão encontram-se descritos no gráfico da Figura 5.6.

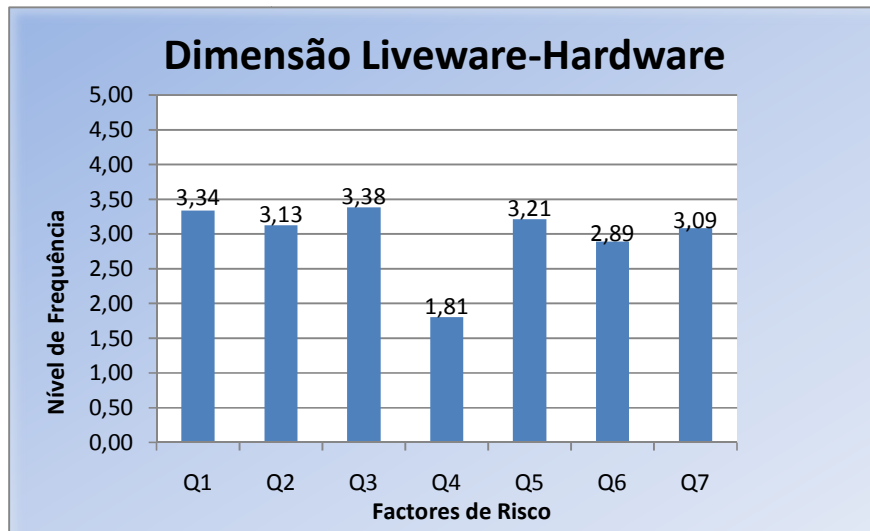


Figura 5.6 – Classificação média dos factores de risco na dimensão L-H

Dimensão Liveware-Environment (L-E)

Na dimensão Liveware-Environment, decidimos observar as avaliações às oito seguintes questões:

- **Questão 1 (Q1):** A climatização, ventilação e temperatura dentro do local de trabalho é adequada?
- **Questão 2 (Q2):** Há controlo do nível de ruído dentro do local de trabalho?
- **Questão 3 (Q3):** Há correcto nível de iluminação dentro do local de trabalho?
- **Questão 4 (Q4):** Existem área(s) de lazer no local de trabalho?
- **Questão 5 (Q5):** Há controlo de níveis de fumos e substâncias tóxicas dentro do local de trabalho?
- **Questão 6 (Q6):** Já alguma vez soube ou sofreu a ocorrência de quedas, deslizes, colisões e outros perigos no local de trabalho?
- **Questão 7 (Q7):** Já alguma vez detectou objectos estranhos (Foreign object damage) durante a manutenção de aeronaves?
- **Questão 8 (Q8):** O ambiente de trabalho proporciona distracção ao trabalhador?

Os valores médios obtidos por cada questão encontram-se descritos no gráfico da Figura 5.7.

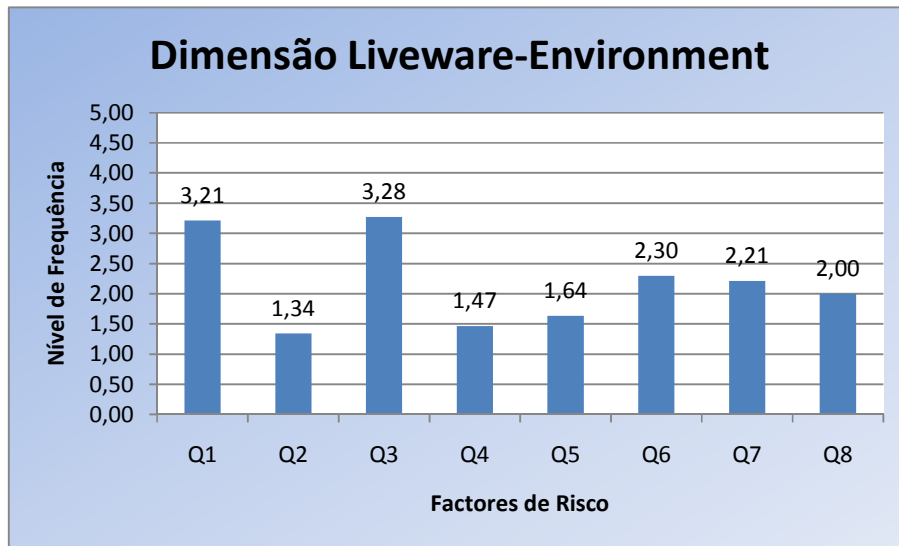


Figura 5.7 – Classificação média dos factores de risco na dimensão L-E

Dimensão Liveware-Liveware (L-L)

Na dimensão Liveware-Liveware, foram analisados os nove seguintes factores de risco:

- **Questão 1 (Q1):** Existe falta de comunicação aberta (assertividade) sobre ideias, problemas e necessidades da empresa?
- **Questão 2 (Q2):** Existe trabalho em equipa?
- **Questão 3 (Q3):** Existe adequada liderança e controlo por parte dos supervisores de manutenção?
- **Questão 4 (Q4):** Existem problemas de comunicação e trabalho de equipa entre as diferentes classes da empresa (TMA's, Supervisores de Manutenção, Pessoal de placa, Tripulações de Voo, etc)?
- **Questão 5 (Q5):** Existe Falta de comunicação sobre acidentes e outros problemas para as autoridades reguladoras e inspectoras?
- **Questão 6 (Q6):** Acha que existe falta de passagem de informações entre os membros da Manutenção aquando da troca de turnos?
- **Questão 7 (Q7):** Acha que existem normas individuais que se desviam dos procedimentos padrão?
- **Questão 8 (Q8):** Acha que existe falta de conhecimento e/ou formação por parte dos colaboradores?
- **Questão 9 (Q9):** Acha que existem diferenças acentuadas de traços culturais entre os membros de Manutenção?

Os valores médios obtidos por cada questão encontram-se descritos no gráfico da Figura 5.8.

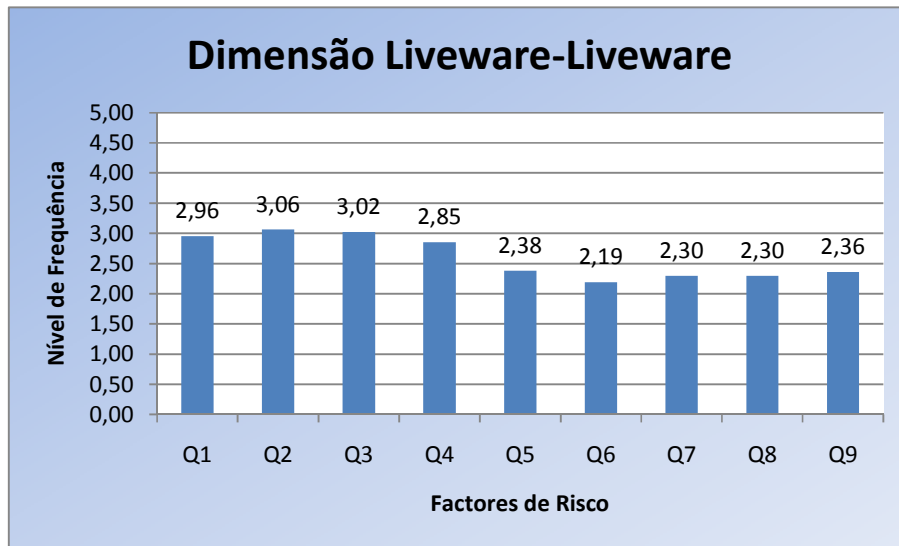


Figura 5.8 – Classificação média dos factores de risco na dimensão L-L

Dimensão Liveware-Organization (L-O)

Nesta última dimensão, Liveware-Organization, avaliámos as respostas às catorze seguintes questões:

- **Questão 1 (Q1):** Acha que existe falta de clareza nas políticas de Safety e Qualidade da empresa?
- **Questão 2 (Q2):** Existe formação contínua e treinos por parte da empresa?
- **Questão 3 (Q3):** Acha que é correcta a estruturação dos diferentes sectores/corporações de manutenção?
- **Questão 4 (Q4):** Acha que os gestores (“quem toma as decisões”) de Manutenção ignoram comunicações provenientes da força de trabalho (“quem executa os procedimentos”)?
- **Questão 5 (Q5):** Acha que as responsabilidades são devidamente partilhadas?
- **Questão 6 (Q6):** Acha que a liderança é centralizada e autoritária?
- **Questão 7 (Q7):** Existem conflitos devido a pressões para deixar as aeronaves operacionais, mesmo indo contra padrões de qualidade?
- **Questão 8 (Q8):** Acha que a empresa tem como uma das prioridades criar um espírito de “Safety Culture” nos seus trabalhadores?
- **Questão 9 (Q9):** Acha que há insuficiente mão-de-obra, sobrecarga horária, stress e fadiga sobre os trabalhadores?
- **Questão 10 (Q10):** Acha que existem adequadas atribuições de salários e prémios aos trabalhadores?
- **Questão 11 (Q11):** Acha que o sistema de reporte de erros está á disposição de todos os trabalhadores?

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

- **Questão 12 (Q12):** Acha que o sistema de reporte de erros deve ser confidencial e exigir o anonimato?
- **Questão 13 (Q13):** Acha que a empresa deve sancionar os trabalhadores devido a erros não-intencionais cometidos?
- **Questão 14 (Q14):** Acha que o sistema de alerta do risco para os trabalhadores existente na empresa é adequado?

Os valores médios obtidos por cada questão encontram-se descritos no gráfico da Figura 5.9.

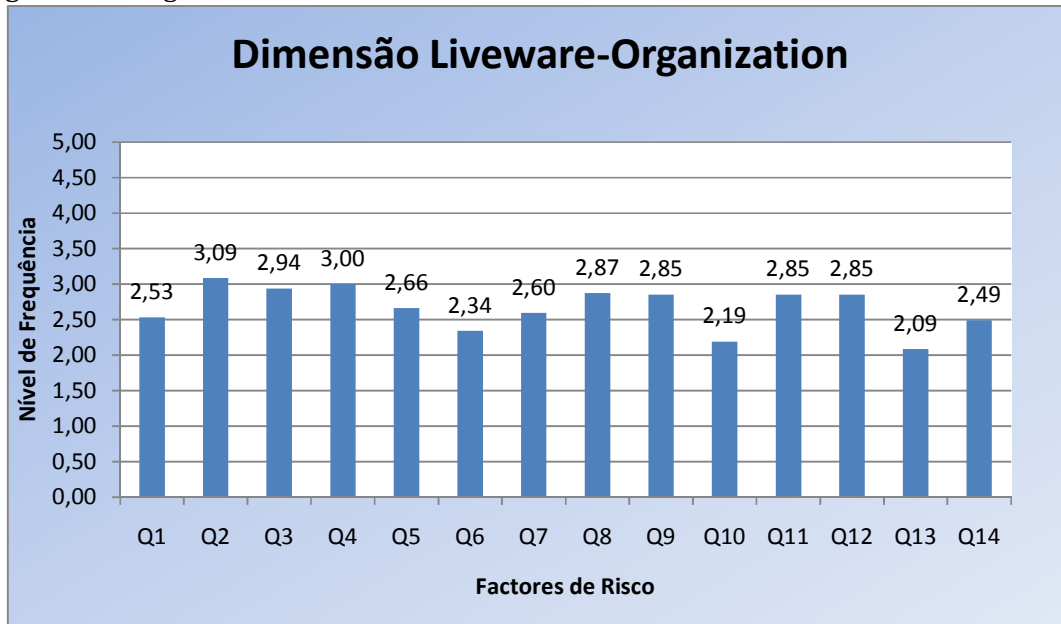


Figura 5.9 – Classificação média dos factores de risco na dimensão L-O

5.4.2 Discussão dos resultados

Na dimensão **Liveware-Software** é de realçar as avaliações positivas de itens relacionados com as actualizações e clareza dos manuais e outros tipos de documentação na organização de manutenção. A documentação é um aspecto crítico em ambientes de manutenção, principalmente se as instruções de execução dos procedimentos não forem bem compreendidas pelos TMA's. Segundo uma análise da NASA Aviation Safety Reporting System (ASRS), 60% dos incidentes reportados revelaram falta de clareza e compreensão de documentações entre 1986 e 1992, e 45% entre 1996 e 1997 (DOT and FAA, 2002). Também os resultados mostram que a empresa dispõe de softwares e outros programas informáticos para auxiliar as operações de manutenção. Entretanto, os resultados

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

deixam antever que a empresa deve fornecer mais formação ou treino ao seu pessoal a nível de softwares que auxiliam as operações de manutenção.

Na dimensão **Liveware-Hardware** a logística e a estruturação dos hangares da DME dos TACV mereceram boas avaliações por parte dos respondentes. Também poucos dos respondentes afirmaram terem a experiência ou conhecimento de erros durante a execução dos procedimentos. Em contrapartida, a nível de hardware, a empresa deve fornecer mais treino baseado em computadores (computer-based training (CBT)) ao pessoal de manutenção.

Na dimensão **Liveware-Environment** as melhores classificações destinaram-se à climatização, temperatura e iluminação no local de trabalho. Ao mesmo tempo, um baixo número de respondentes afirmou ter experiência ou conhecimento do envolvimento de pessoal em acidentes de trabalho. Também a maioria assegura que o espaço de trabalho é pouco propício à distração dos trabalhadores. Analisando os resultados obtidos, constata-se que a DME dos TACV deve criar ou melhorar as formas de controlo dos níveis de ruído e de fumos e de substâncias tóxicas (nomeadamente as que resultam da utilização de produtos químicos) no local de trabalho da maioria dos trabalhadores.

Na dimensão **Liveware-Liveware** os resultados demonstraram que existe uma boa comunicação e espírito de trabalho em equipa no seio da organização, quer entre os membros de mesma classe, quer entre membros de hierarquias diferentes. A maioria dos respondentes assegurou que existe uma boa supervisão dos procedimentos de manutenção, assim como uma liderança participativa do staff de gestão. Outro aspecto que apresentou uma avaliação positiva foi a passagem de informações entre os membros dos diferentes turnos.

Na quinta e última dimensão, **Liveware-Organization**, pode-se deduzir a partir dos resultados, que em regra a empresa segue os necessários padrões de qualidade, não libertando para voo as aeronaves se estas não estiverem devidamente operacionais. Também a existência de stress, fadiga, sobrecarga horária e falta de mão-de-obra revelaram baixos de índices de frequência, o que acaba por ser favorável para toda a organização.

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

Em contrapartida, a maior parte das indicações dos respondentes deixa antever que a empresa deve estruturar melhor as suas diferentes corporações ou sectores da DME, melhorar a partilha das responsabilidades e colocar os sistemas de relato de ocorrências à disposição de todos os membros. Também a maioria dos respondentes acredita que as atribuições de salários e/ou prémios aos trabalhadores não são justas. Embora as remunerações não sejam da inteira responsabilidade da DME, estas podem apresentar-se como ferramentas motivacionais, incentivando uma maior produção por parte dos trabalhadores. Pelos resultados constatados, recomenda-se também um maior esforço dos gestores na difusão da cultura de segurança e da sua assimilação por todos os membros da organização.

Na parte final do questionário elaboraram-se algumas questões de modo a analisar as características de cada inquirido, nomeadamente alguns factores de risco inerentes ao Liveware (individual).

O primeiro factor a ser avaliado foi o tempo de sono. Os resultados com as percentagens do tempo de sono aproveitado pelos respondentes encontram-se no gráfico da Figura 5.10.

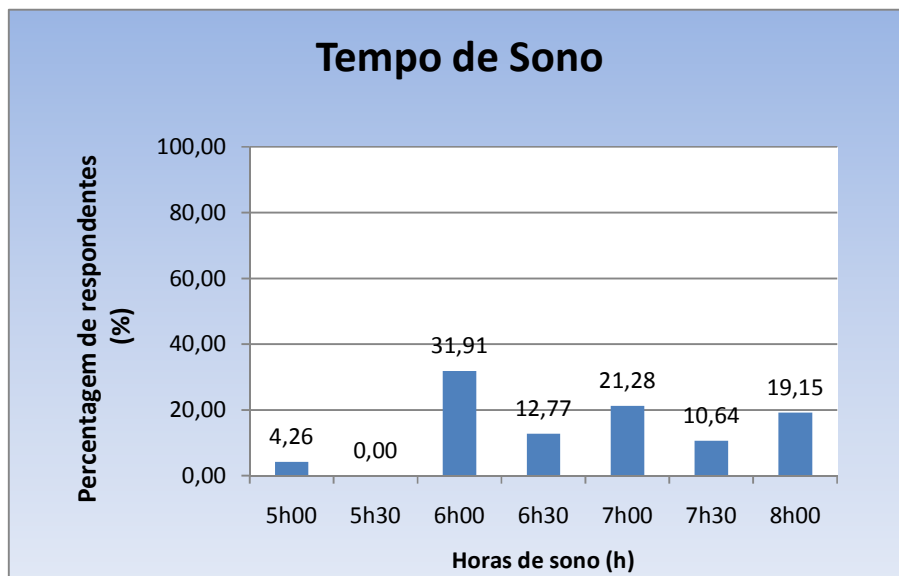


Figura 5.10 – Tempo de sono dos respondentes

A maior parte dos respondentes (31,91%) dorme 6 horas de sono por dia. Em média, todos os 47 respondentes desfrutam de 6 horas e 47 minutos de sono, um valor inferior às 8 horas diárias cientificamente recomendadas para o devido

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

repouso do corpo e da mente humana. A regulamentação CV-CAR Parte 6 da AAC (2009), autoridade que regula o sector da aviação naquele país, também recomenda que principalmente os TMA's devem descansar no mínimo um período de oito horas antes iniciar o serviço. A falta de sono desperta a fadiga, uma das principais causas de erro humano, não apenas na manutenção mas em toda a indústria aeronáutica (UK CAA, 2002).

Quanto ao descanso semanal, a regulamentação CV-CAR Parte 6 recomenda que os trabalhadores da Direcção de Manutenção & Engenharia dos TACV devem ter pelo menos 1 dia de descanso por cada 7 dias. Pelos resultados demonstrados no gráfico da Figura 5.11, vê-se que a empresa cumpre na íntegra estes parâmetros.

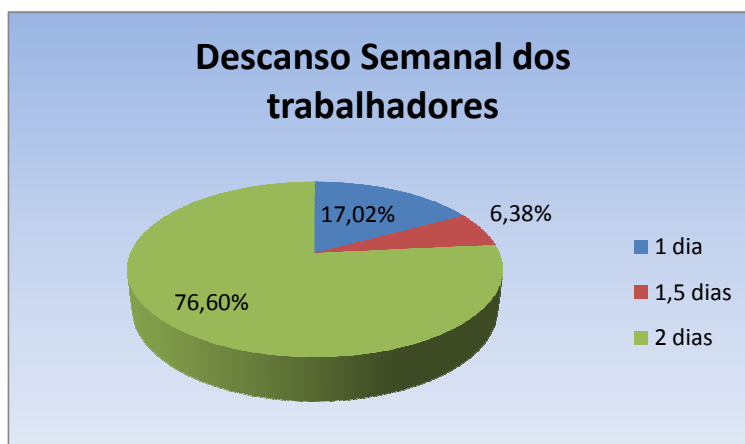


Figura 5.11 – Descanso semanal dos trabalhadores

A maior parte dos respondentes (76,60%) tem 2 dias de descanso, 6,38% tem 1,5 dias de descanso, enquanto 17,02% desfruta de 1 dia.

No que diz respeito à formação e qualificação, observa-se que a DME dos TACV esforça-se para que todos os seus colaboradores tenham acesso aos contínuos treinos em factores humanos. Todos os respondentes afirmaram que recebem formações de actualização nesta matéria. Dos 47 respondentes, 55,32% têm recebido treinos anualmente, e 44,68% bianualmente. São intervalos de tempo que cumprem os requisitos da EASA Part 145 a nível de formação em factores humanos, os quais recomendam a aplicação de treinos de actualização num intervalo de tempo máximo de 2 anos (Hobbs, 2008).

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

Quanto à importância da formação em factores humanos do pessoal da DME dos TACV, 95,74% dos respondentes acreditam que pode ajudar a diminuir as probabilidades de ocorrência de erros, otimizando o desempenho humano e ajudando a empresa a alcançar os objectivos pretendidos.

Embora todos os respondentes tenham recebido formação contínua em factores humanos, apenas 8,51% garantiram ter respondido à um inquérito como este anteriormente. Isto revela que há um défice a nível de avaliação e monitorização de informações sobre esta matéria por parte dos TACV, pelo menos no que concerne à aplicação de questionários. Para além de formar e informar os seus trabalhadores sobre o impacto dos factores humanos na Manutenção Aeronáutica, é necessário avaliar e monitorizar periodicamente os conhecimentos e os resultados desses treinos no desempenho das suas funções. Os questionários de operações técnicas constituem um dos principais e mais usados métodos quantitativos de avaliação da cultura de segurança em ambientes de manutenção aeronáutica. É extremamente viável economicamente, ainda por cima se for elaborado dentro da própria empresa. Exige apenas uma exaustiva pesquisa bibliográfica sobre os itens a querer explorar, e pode fornecer informações muito úteis se for conduzido sob um total grau de anonimato e se se encorajar a participação dos inquiridos.

A última questão endereçada aos inquiridos foi sobre a aprovação deste questionário. A maioria dos respondentes (61,70%) acredita que a aplicação periódica deste tipo de questionário é uma ferramenta importante que poderia auxiliar a Direcção de Manutenção & Engenharia dos TACV a perceber e ultrapassar melhor as limitações humanas no seio da sua organização, enquanto 38,30% assinalaram a opção *Talvez*.

5.4.3 Análise de erros

A análise de erros configura-se como uma etapa importante deste estudo, na medida em que não foram respondidos os 63 inquéritos enviados a todos os membros da DME dos TACV. Do universo ou população-alvo (N) de 63 inquiridos, responderam 47 (Amostra obtida, n), o que representa uma fracção de amostragem ou razão de resposta (n/N) de 74,60%.

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

Como se pôde constatar anteriormente, foram apresentados os resultados médios indicados acerca dos itens das cinco dimensões do modelo SHELLO. A média aritmética (\bar{X}) é expressa através da equação 5.1:

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{n} \quad (5.1)$$

Onde:

x_i - cada observação individual atribuída por um respondente

n - a amostra obtida

Os valores médios das respostas, no entanto não permitem saber o grau de variabilidade ou dispersão das mesmas. Para tal, recorremos ao cálculo do desvio padrão (σ), a medida de dispersão mais importante em estatística paramétrica pois permite expressar a variabilidade das observações das unidades da variável em estudo (Esteves, 2009). Matematicamente, o desvio padrão é a raiz quadrada da variância e expressa-se através da seguinte equação:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2} \quad (5.2)$$

Onde:

n - a amostra obtida

x_i - cada observação individual atribuída por um respondente

\bar{X} - a média aritmética das observações atribuídas.

Os valores do desvio padrão das observações feitas nas cinco dimensões do modelo SHELLO encontram-se descritos nas tabelas seguintes:

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

Tabela 5.4 – Valores do desvio padrão na Dimensão L-S

Dimensão Liveware-Software		
Questões	Média (\bar{X})	Desvio Padrão (σ)
Q1	3,32	1,35
Q2	3,53	1,44
Q3	3,34	1,22
Q4	2,26	1,42
Q5	2,32	1,07
Q6	3,79	1,25
Q7	2,72	1,33

Tabela 5.5 – Valores do desvio padrão na Dimensão L-H

Dimensão Liveware-Hardware		
Questões	Média (\bar{X})	Desvio Padrão (σ)
Q1	3,34	0,87
Q2	3,13	0,92
Q3	3,38	0,97
Q4	1,81	1,06
Q5	3,21	0,95
Q6	2,89	1,03
Q7	3,09	0,90

Tabela 5.6 – Valores do desvio padrão na Dimensão L-E

Dimensão Liveware-Environment		
Questões	Média (\bar{X})	Desvio Padrão (σ)
Q1	3,21	1,04
Q2	1,34	0,79
Q3	3,28	0,95
Q4	1,47	1,18
Q5	1,64	1,48
Q6	2,30	0,98
Q7	2,21	1,40
Q8	2,00	1,00

Tabela 5.7 – Valores do desvio padrão na Dimensão L-L

Dimensão Liveware-Liveware		
Questões	Média (\bar{X})	Desvio Padrão (σ)
Q1	2,96	1,12
Q2	3,06	0,92
Q3	3,02	1,19
Q4	2,85	1,27
Q5	2,38	1,24
Q6	2,19	1,12
Q7	2,30	1,20
Q8	2,30	1,02
Q9	2,36	1,45

Tabela 5.8 – Valores do desvio padrão na Dimensão L-O

Dimensão Liveware-Organization		
Questões	Média (\bar{X})	Desvio Padrão (σ)
Q1	2,53	1,38
Q2	3,09	1,16
Q3	2,94	0,99
Q4	3,00	1,10
Q5	2,66	1,20
Q6	2,34	1,17
Q7	2,60	1,26
Q8	2,87	1,15
Q9	2,85	1,10
Q10	2,19	1,15
Q11	2,85	1,20
Q12	2,85	1,40
Q13	2,09	1,18
Q14	2,49	1,06

Para cada dimensão os itens que tiveram menor desvio padrão (mais próximo de zero) indicam uma menor variabilidade ou dispersão, isto é, as classificações atribuídas pelos respondentes estiveram sempre mais próximo da classificação média das respostas. De um modo geral, os valores referentes ao desvio padrão foram aceitáveis, variando entre um valor mínimo de 0,79 (item Q2 da dimensão Liveware-Environment) e um máximo de 1,48 (item Q5 também da dimensão Liveware-Environment).

CAPÍTULO

6

Conclusão

Neste capítulo apresentam-se, em complemento as principais conclusões ou considerações finais sobre o conteúdo desenvolvido ao longo desta Dissertação, assim como sugestões para trabalhos futuros.

6.1 Síntese da Dissertação e Considerações Finais

A realização deste trabalho representou um aliciente desafio para o autor, na medida em que o tema “Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves” é extremamente vasto em termos de informação, exigindo uma exaustiva pesquisa bibliográfica e um árduo poder de articulação dos conteúdos investigados.

Começando pelo estudo aplicado na DME dos TACV, pode concluir-se que o questionário baseado no Modelo SHELLO demonstrou muita aplicabilidade e mereceu a aceitação por parte da maioria dos respondentes. Esta ferramenta de pesquisa utilizada extraiu resultados maioritariamente positivos e satisfatórios relativamente aos factores de risco investigados.

De um modo geral, os factores de risco que apresentaram resultados mais desfavoráveis relacionam-se com o controlo do nível de ruído e com treinos baseados em computadores tanto a nível de hardware como a nível de software. Portanto, recomenda-se a Gestão de Topo da DME dos TACV que enderece maiores esforços para resolver as deficiências inerentes a estes factores. No caso dos treinos baseados em computadores, podem ajudar a organização a prevenir por exemplo, erros na execução de procedimentos de manutenção, além de que, é uma grande vantagem para qualquer organização de manutenção estar totalmente informatizada, pois poupa-se tempo e obtém-se uma maior eficiência nos processos de manutenção.

Por outro lado, os factores que merecem maior destaque pela positiva, relacionam-se com a boa comunicação entre os trabalhadores, a transparência na passagem de informações para as autoridades reguladoras, e a assumpção da segurança como uma prioridade por parte de toda a organização.

Quanto ao presente trabalho em si mesmo e no seu todo, permitiu de um modo geral encontrar respostas para as perguntas iniciais, alcançando assim o objectivo proposto no seu início. Foi possível constatar que o erro humano em manutenção de aeronaves realmente existe, e que é uma condição natural do ser humano. Também foram identificados e analisados os principais factores de risco que contribuem para a ocorrência do erro humano em manutenção de aeronaves.

Portanto, o “factor humano” estará sempre presente em manutenção de aeronaves ou em qualquer outro sector da indústria aeronáutica. Mesmo que todos os processos sejam automatizados ou até desempenhados por robots, essas automatizações ou robots serão desenvolvidos e controlados pelo homem. O ser humano nunca será eliminado da indústria aeronáutica, portanto o risco de erro humano sempre existirá. No entanto, esse risco pode ser minimizado ou mitigado, recorrendo a sistemas, como os que já foram vistos no capítulo 4.

O elemento humano afigura-se como sendo é o elo mais fraco de todo o sistema aeronáutico, pois é o mais vulnerável a influências que podem afectar negativamente a sua performance. Em contrapartida, é também o elemento mais flexível, adaptável e valioso desse sistema.

6.2 Recomendações e Perspectivas futuras de investigação

Em forma de recomendações, para que o sector da manutenção aeronáutica minimize o erro humano, de um modo geral, deve apostar firmemente na qualificação dos seus profissionais de manutenção, bem como investir na sua contínua formação em factores humanos. Não convêm às organizações de manutenção de aeronaves ter insuficientes recursos humanos, de forma a que não se criem condições que levem a que se exerça (demasiada) pressão e sobrecarga horária sobre os trabalhadores. Acima de tudo, as organizações de manutenção devem adoptar e enraizar fortes culturas organizacionais no seu seio, onde a segurança constitui uma prioridade face aos ganhos financeiros.

Quanto a investigações futuras, o tema “Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves” apresenta inúmeros aspectos que podem vir a ser alvo de estudos adicionais. Este tema é tão vasto, que qualquer um dos tópicos referidos neste trabalho, pode ser por si só o propósito de uma futura investigação.

Quanto a pesquisa dirigida aos TACV, esta apresenta diversas e possíveis vertentes de estudo:

- O questionário pode ser actualizado e aplicado periodicamente para avaliar o nível de frequência de factores de risco no seio da Direcção de Manutenção & Engenharia da empresa. A partir dessas pesquisas periódicas, poder-se-ão fazer comparações de resultados, de modo a

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

monitorizar o estado da evolução da organização a nível de factores humanos.

- Este questionário de operações técnicas pode ser adaptado e conduzido em formato digital. Também em conjunto com o questionário, pode ser implementado um algoritmo que calcule automaticamente os resultados da pesquisa.
- A partir do momento em que os TACV passarem a dispor de uma equipa interna de formação em factores humanos, e se adoptarem o nosso método de pesquisa para avaliações periódicas na sua DME, recomenda-se que recorram ao auxílio de ferramentas estatísticas, como o software SPSS que é capaz de fazer inferências (estudar a tendência futura a partir de resultados obtidos numa pesquisa actual). Também todos os membros das diversas classes de operações técnicas da companhia, bem como especialistas em factores humanos podem ser incentivados a sugerir actualizações que devam ser introduzidas neste questionário.
- Pesquisas similares podem também ser aplicadas em empresas aeronáuticas de outras regiões do mundo, principalmente em muitos países do continente africano, onde a formação em factores humanos e o nível de segurança ainda apresenta inúmeras carências.

ANEXO

1

*Inquérito aplicado aos
TACV*

Inquérito – Factores Humanos em Manutenção Aeronáutica presentes nos TACV Cabo Verde Airlines

Com este questionário pretende-se recolher informações acerca de aspectos relacionados com ***Factores Humanos em Manutenção Aeronáutica presentes nos TACV Cabo Verde Airlines***. Este instrumento metodológico enquadra-se numa investigação no âmbito do Mestrado em Engenharia Aeronáutica da Universidade da Beira Interior.

Este inquérito tem como finalidade, quantificar, avaliar analítica e graficamente (numa fase posterior) através principalmente do Modelo SHELLO, o estado de potenciais situações de risco que podem afectar o desempenho humano no seio do Departamento de Manutenção & Engenharia dos TACV.

Numa altura em que os TACV começam a apostar numa estrutura interna para Formação em Factores Humanos, além de levar informações de prevenção neste contexto ao seu Pessoal convém também avaliar até que ponto elas são assimiladas.

Pretende-se tirar conclusões ou resultados importantes com este inquérito, e se assim for, este poderá ser uma mais-valia para o Programa de Factores Humanos dos TACV.

Todas as informações recolhidas são estritamente confidenciais. Por favor responda com sinceridade pois não há respostas correctas ou incorrectas já que o trabalho é de carácter académico. A sua opinião é muito importante. A resposta ao inquérito não demorará mais de 5 minutos. Obrigado pela colaboração.

Preencha, com um X em cada item de cada questão. A classificação de cada item baseia-se na escala de 0 a 5, nos seguintes moldes:

0 – Não relevante para mim

1 – Nunca

2 – Muito raramente

3 – Ocasionalmente

4 – Frequentemente

5 – Muito frequentemente

Nota: Caso alguma questão não abrange a sua área de trabalho nos TACV, classifique-a com um 0 (Não relevante para mim).

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

Grupo 1 – Dados pessoais

1 – Idade

Menos de 30	De 30 a 40	De 41 a 50	Mais de 50 anos

2 – Género

Masculino	Feminino

3- Profissão/Função que desempenha nos TACV Manutenção & Engenharia

Engenheiro	
Técnico de Manutenção de Aeronaves	
Mecânico	
Auxiliar de Mecânico	
Pessoal de Aprovisionamento	
Auxiliar do Departamento de Planeamento	
Chefe de Centro de Documentação Técnica	

4 – Habilitações Académicas

Ensino Secundário	
Formação Técnico-Profissional	
Bacharelato (3 anos de formação)	
Licenciatura (5 anos de formação)	
Mestrado (versão pós Licenciatura e actual modelo de Bolonha)	
Doutoramento	
Outra	

Se a sua resposta for Outra, por favor especifique: _____

Grupo 2 – Modelo SHELLO (software-hardware-environment-liveware-liveware-organisation)

Breve explicação sobre o modelo

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

O Modelo SHELLO é um método de avaliação do desempenho humano, em que o Homem encontra-se no centro de um Sistema abrangido por Hardware, Software, Ambiente, Homens (relações inter-pessoais) e Organização. Uma excelente interacção entre estes elementos numa empresa aeronáutica constitui uma chave para o sucesso da mesma em todos os níveis.

A Interacção Homem-Hardware visa perceber até que ponto o indivíduo trabalha com absoluto conforto com os meios materiais (ferramentas, equipamentos, etc) de que dispõe.

A Interacção Homem-Software avalia o nível de existência de equipamentos informáticos/electrónicos, e a capacidade de acompanhamento da evolução dos mesmos por parte do Homem.

A Interacção Homem-Homem diz respeito ao nível de relacionamento e comunicação entre os indivíduos que trabalham numa mesma Organização.

A Interacção Homem-Organização indica o nível de aceitação e bem-estar do Homem com as medidas, estratégias e métodos disponibilizados pela Empresa (Organização).

Com base na explicação sucinta, responda às perguntas e classifique-as de acordo com aspectos e a respectiva frequência com que os vivencia diariamente no seu ambiente de trabalho nos TACV Manutenção & Engenharia.

1- Interacção Homem-Hardware

Factor Humano e/ou de Risco	Classificação					
	0	1	2	3	4	5
1. Existe equipamento disponível e ferramentas adequadas?						
2. A Logística de apoio ao trabalho é rápida e eficiente (armazéns e sistemas de abastecimento de partes/peças com os fornecedores)?						
3. Existem adequados acessos, recorrendo a escadas, degraus ou outros sistemas de elevação para realizar as tarefas de manutenção das aeronaves?						
4. Existem dispositivos de simulação e treino baseados em computadores?						
5. Existem sistemas automatizados e/ou computadorizados que permitem executar as tarefas com maior rapidez e eficiência?						
6. Tem experiência ou sabe da ocorrência de erros durante a execução dos procedimentos?						
7. Acha adequada a estruturação e organização do(s) hangar(es)?						

2- Interação Homem-Software

Factor Humano e/ou de Risco	Classificação					
	0	1	2	3	4	5
1. Os Manuais e outros tipos de documentação são de conteúdo claro?						
2. Do que sabe a revisão e actualização dos Manuais de manutenção está permanentemente feita?						
3. Considera que existem Anúncios (chamadas de atenção) para itens relevantes nos documentos de manutenção?						
4. Existe material de treino inadequado?						
5. Já detectou desvio de procedimentos padrão devido a documentos confusos?						
6. Existem softwares e programas informáticos que auxiliam as operações de manutenção?						
7. Tem conhecimento de erros por parte dos colaboradores da empresa no preenchimento de documentações?						

3- Interação Homem-Ambiente

Factor Humano e/ou de Risco	Classificação					
	0	1	2	3	4	5
1. A climatização, ventilação e temperatura dentro do local de trabalho é adequada?						
2. Há controlo do nível de ruído dentro do local de trabalho?						
3. Há correcto nível de iluminação dentro do local de trabalho?						
4. Existem área(s) de lazer no local de trabalho?						
5. Há controlo de níveis de fumos e substâncias tóxicas dentro do local de trabalho?						
6. Já alguma vez soube ou sofreu da ocorrência de quedas, deslizes, colisões e outros perigos no local de trabalho?						
7. Já alguma vez detectou objectos estranhos (Foreign object damage) durante a manutenção (em rampa/hangar) de aeronaves?						
8. O ambiente de trabalho proporciona distracção ao trabalhador?						

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

4- Interação Homem-Homem

Factor Humano e/ou de Risco	Classificação					
	0	1	2	3	4	5
1. Existe falta de comunicação aberta (assertividade) sobre ideias, problemas e necessidades da empresa?						
2. Existe trabalho em equipa?						
3. Existe adequada liderança e controlo por parte dos supervisores de manutenção?						
4. Existem problemas de comunicação e trabalho em equipa entre as diferentes classes da empresa (TMA's, Supervisores de Manutenção, Pessoal de placa, Tripulações de Voo, etc.)?						
5. Existe Falta de comunicação sobre acidentes e outros problemas para as autoridades reguladoras e inspectoras?						
6. Acha que existe falta de passagem de informações entre os membros da Manutenção aquando da troca de turnos?						
7. Acha que existem normas individuais que se desviam dos procedimentos padrão?						
8. Acha que existe falta de conhecimento/formação por parte dos colaboradores?						
9. Acha que existem diferenças acentuadas de traços culturais entre os membros de Manutenção?						

5- Interação Homem-Organização

Factor Humano e/ou de Risco	Classificação					
	0	1	2	3	4	5
1. Acha que existe falta de clareza nas políticas de Safety e Qualidade da empresa?						
2. Existe formação contínua e treinos por parte da empresa?						
3. Acha que é correcta a estruturação dos diferentes sectores/corporações de manutenção?						
4. Acha que os gestores (“quem toma as decisões”) de Manutenção ignoram comunicações provenientes da força de trabalho (“quem executa os procedimentos”)?						
5. Acha que as responsabilidades são devidamente partilhadas?						
6. Acha que a liderança é centralizada e autoritária?						
7. Existem conflitos devido a pressões para deixar as aeronaves operacionais, mesmo indo contra padrões de qualidade?						
8. Acha que a empresa tem como uma das prioridades criar um espírito de “Safety Culture” nos seus trabalhadores?						
9. Acha que é insuficiente a mão-de-obra, sobrecarga horária, stress e fadiga sobre os trabalhadores?						
10. Acha que existem adequadas atribuições de salários e prémios aos trabalhadores?						
11. Acha que o sistema de reporte de erros está á disposição de todos os trabalhadores?						
12. Acha que o sistema de reporte de erros deve ser confidencial e exigir o anonimato?						
13. Acha que a empresa deve sancionar os trabalhadores devido a erros não-intencionais cometidos?						
14. Acha que o sistema de alerta do risco para os trabalhadores existente na empresa é adequado?						

Grupo 3 – Questões Finais

- a) Em média, quantas horas dorme por dia? ___h___
- b) Quantos dias tem de folga por semana? ___dia(s)
- c) Em média quantas formações de actualização em Factores Humanos recebe anualmente nos TACV? _____

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

Se não recebe nenhuma formação neste âmbito anualmente, qual é o tempo (intervalo) médio que os TACV leva para lhe fornecer essas formações? _____

- d) Pensa que o conhecimento e a formação do Pessoal do DME dos TACV em Factores Humanos pode ajudar a empresa a diminuir as probabilidades de erro, otimizar o desempenho humano e ajudar a empresa a alcançar os objectivos pretendidos? Sim ___; Não ___
- e) Já foi anteriormente submetido à um inquérito deste género em Factores Humanos nos TACV? Sim ___; Não ___
- f) Se a sua resposta anterior foi Não, acha que a aplicação periódica deste tipo de inquérito seria mais uma ferramenta importante que poderia auxiliar o DME dos TACV a perceber e ultrapassar melhor as limitações humanas no seio da sua Organização? Sim ___; Não ___; Talvez ____.

Muito obrigado pela sua colaboração!

Covilhã, Universidade da Beira Interior, DCA, 12/05/2010

O aluno de Mestrado

Filander Gomes

O orientador do Departamento de Ciências Aeroespaciais

José M. Lourenço da Saúde

Prof Auxiliar

Referências Bibliográficas

AAC, 2009. Cabo Verde – Regulamentos de Aviação Civil Parte 6: Organização de Manutenção Aprovada. Agência de Aviação Civil.
<<http://www.aac.cv/images/stories/regulamentos/cvcar-part6-pt.pdf> > (accessed 23.08.2010).

ADREP – Accident/Incident Data Reporting System:
<http://www.skybrary.aero/index.php/ICAO_ADREP> (accessed 20-10-2010).

ASAP – Aviation Safety Action Program: <<http://www.faa.gov/about/initiatives/asap/>> (accessed 20-10-2010).

ASRS – Aviation Safety Reporting System: <<http://asrs.arc.nasa.gov/>> (accessed 20-10-2010).

Baron, R., 2009. Fatigue Risk Management in Aircraft Maintenance. Aviation Maintenance Magazine: <http://www.aviationtoday.com/am/categories/bga/Fatigue-Risk-Management-in-Aircraft-Maintenance_31474.html> (accessed 20-10-2010).

Boeing, 2008. Maintenance Error Decision Aid (MEDA) – Users Guide:
<http://www.atec.or.jp/SMS_WS_Boeing_MEDA%20Users%20Guide.pdf> (accessed 20-10-2010).

Bouquet, A., Detwiler, C., Roberts, C., Jack, D., Shappell, S., Wiegmann, D., 2005. General Aviation Maintenance Accidents: An Analysis Using HFACS and Focus Groups:
<<http://www.hf.faa.gov/docs/508/docs/maintFY04AKrpt.pdf>> (accessed 20-10-2010).

Chang, Y.H., Wang, Y.C., 2009. Significant human risk factors in aircraft maintenance technicians. Safety Science (Elsevier) 48, 54-62.

CHIRP - Confidential Human Factors Incident Reporting Programme:
<<http://www.chirp.co.uk/>> (accessed 20-10-2010).

Churchill, D., 2003. Just Culture in Aviation Safety Management.
<http://www.ifalpa.org/downloads/Level1/Committees/LEG/1.3.11.1.2%20Just_Culture_in_ASM.pdf> (accessed 20-10-2010).

Da Costa, V., 2007. Manutenção Aeronáutica e Controle de Qualidade em Prol da Segurança de Voo: <http://www.manutencaodeaeronaves.eng.br/principal.asp?page=4&article=28>> (accessed 11-10-2010).

Dekker, S., 2003. When human error becomes a crime. Human Factors and Aerospace Safety, 3(1), 83-92.

Dhillon, B.S., 2007. Human Reliability and Error in Transportation Systems. Springer-Verlag London Limited, United Kingdom.

DOT, FAA, 2000. Advisory Circular (AC) 120-72: Maintenance Resource Management Training. U.S. Department Of Transportation, Federal Aviation Administration.
<[http://rgl.faa.gov/Regulatory_and_Guidance_Library/rgAdvisoryCircular.nsf/0/3e5ec461ecf6f5e886256b4300703ad1/\\$FILE/AC%20120-72.pdf](http://rgl.faa.gov/Regulatory_and_Guidance_Library/rgAdvisoryCircular.nsf/0/3e5ec461ecf6f5e886256b4300703ad1/$FILE/AC%20120-72.pdf)> (accessed 20-10-2010).

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

DOT, FAA, 2002.a. Survey of Aviation Technical Manuals Phase 2 Report: User Evaluation of Maintenance Documents. U.S Department of Transportation, Federal Aviation Administration: <http://www.niar.wichita.edu/researchlabs/pdf/hf_FAAphase2_tech_report.pdf> (accessed 23.08.2010).

DOT, FAA, 2002.b. Advisory Circular (AC) 120-66B: Aviation Safety Action Program (ASAP). U.S. Department Of Transportation, Federal Aviation Administration. <<http://www.skybrary.aero/bookshelf/books/1338.pdf>> (accessed 20-10-2010).

DOT, FAA, 2009. A Practical Guide to Maintenance ASAP Program. U.S. Department Of Transportation, Federal Aviation Administration. DOT/FAA/AR-09/28.

Drury, C., Ma, J., Marin, C., 2005. Language Error in Aviation Maintenance: Final Report. The State University of New York – University at Buffalo.

EASA, 2003. COMMISSION REGULATION (EC) No 2042/2003 of 20 November 2003. Official Journal of the European Union. European Aviation Safety Agency.

ECCAIRS – European Coordination Center for Aviation Incidents Reporting Systems: <<http://eccairsportal.jrc.ec.europa.eu/Start.asp>> (accessed 20-10-2010).

ERAU, 2000. STRATEGIC PROGRAM PLAN, Prepared for the Aircraft Maintenance Division (AFS-300) of the Flight Standards Service in cooperation with the Office of Aviation Medicine (AAM-240). Embry-Riddle Aeronautical University: <<http://libraryonline.erau.edu/online-full-text/human-factors-in-aviation-maintenance/StrategicProgramPlan.pdf>> (accessed 11-10-2010).

ERAU, 2002. Meeting 11: Human Error in Aviation Maintenance. Embry-Riddle Aeronautical University: <<http://libraryonline.erau.edu/online-full-text/human-factors-in-aviation-maintenance/proceedings/Meeting11.pdf>> (accessed 20-10-2010).

Estatísticas de acidentes aéreos por continentes (1945 a 2007), 2007: <<http://www.southafrica.to/transport/Airlines/airline-accidents/Africa-air-safety.php5>> (accessed 20-10-2010).

Esteves, E., 2009. Introdução à Estatística Aplicada e Estatística Descritiva. Instituto Superior de Engenharia da Universidade do Algarve. <<http://w3.ualg.pt/~eesteves/docs/EstatisticaDescritiva09.pdf>> (accessed 23.08.2010).

GAO, 2009. Federal Efforts Help Address Safety Challenges in Africa, but Could Benefit from Reassessment and Better Coordination. United States Government Accountability Office.

Gill, G., 2001. Exploration of safety culture in aviation: findings of a preliminary study. Massey University, New Zealand.

Gill, G., 2002. Management of Safety in Aviation Organizations: Challenges and Possibilities. Airlines Magazine: <http://www.aerlines.nl/issue_30/30_Gill_Management_Safety_in_Aviation_Organizations.pdf> (accessed 20-10-2010).

Gill, G., 2005. Management of Safety in Aviation Industry in New Zealand. Confidential report to Civil Aviation Authority of New Zealand.

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

Goldman, S., Fiedler, E., King, R., 2002. General Aviation Maintenance-Related Accidents: A Review of Ten Years of NTSB Data. U.S Department of Transportation and Federal Aviation Administration. Washington, U.S.A.

Gramopadhye, A., Drury C., 2000. Human Factors in Aviation Maintenance: how we got to where we are. International Journal of Industrial Ergonomics (Elsevier), 26, 125-131.

Hawkins, J., 2006. Maintenance Resource Management in Contemporary FAR 147 Classrooms: From the Toolbox to the Cockpit. Aviation Technician Education Council (ATEC) Journal. Fall 2006, Volume 28, Issue 1.

Hobbs, A., 2008. An Overview of Human Factors in Aviation Maintenance. Australian Transport Safety Bureau (ATSB): Aviation Research and Analysis Report – AR-2008-055. <<http://www.skybrary.aero/bookshelf/books/550.pdf>> (accessed 11-10-2010).

Hobbs, A., Williamson, A., 1998. *Aircraft Maintenance Safety Survey-Results*. Department of Transport and Regional Services. Australian Transport Safety Bureau.

Hunter, C., 2007. Safe Skies For Africa Program. U.S.-Africa Air Transportation Summit Coral Gables, Florida, 2007.

Hunter, C., 2009. Safe Skies For Africa Program. U.S. Department of Transportation, Office of the Assistant Secretary for Aviation and International Affairs.

IATA, 2009. Annual Report. International Air Transport Association. <<http://www.iata.org/pressroom/Documents/IATAAnnualReport2009.pdf>> (accessed 11-10-2010).

ICAO, 2001. Annex 13 to the Convention on International Civil Aviation: Aircraft Accident and Incident Investigation. Ninth Edition, 2001: <<http://www.spacelaw.olemiss.edu/library/aviation/Intorg/ICAO/docs/Annex%2013.pdf>> (accessed 20-10-2010).

ICAO, 2009. Safety Management System Course: Module N°5. <<http://www.caa.co.za/resource%20center/SMS/Training/Module5.pdf>> (accessed 11-10-2010).

Johnson, W., Mason, F., Hall, S., Watson, J., 2001. EVALUATION OF AVIATION MAINTENANCE WORKING ENVIRONMENTS, FATIGUE, AND HUMAN PERFORMANCE: <<https://hfskyway.faa.gov/HFTest/Bibliography%20of%20Publications%5CHuman%20Factor%20Maintenance%5CEvaluation%20of%20Aviation%20Maintenance%20Working%20Environments%20%20Fatigue%20%20and%20Human%20Performance.pdf>> (accessed 20-10-2010).

Khalil, S., 2007. Human Factors for Aircraft Maintenance. <<http://www.scribd.com/doc/15750363/Human-Factors-for-Aircraft-Maintenance>> (accessed 11-10-2010).

Lawrence, P., Gill, S., 2007. Human Hazard analysis: A Prototype Method for Human Hazard Analysis developed for the large Commercial Aircraft Industry. Emerald Group Publishing Limited. Vol.16, No.5, 2007.

Lourenço da Saúde, J., 2009. Risco e Decisão em Aeronáutica. Seminário sobre Risco e Decisão em transporte aéreo. Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2009.

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

Martinussen, M., Hunter, D., 2010. Aviation Psychology and Human Factors. Taylor & Francis Group, Florida, U.S.A.

Meghashyam, G., 1999. Electronic Ergonomic Audit System for Maintenance and Inspection. Galaxy Scientific Corporation, Atlanta, Georgia, U.S.A:
<[https://hfskyway.faa.gov/HFTest/Bibliography%20of%20Publications%5CMX%20FAA%20\(Former%20HFSkyway\)%5CHuman%20Factors%20Issues%5CMeeting%2010%5CElectronicErgonomic.pdf](https://hfskyway.faa.gov/HFTest/Bibliography%20of%20Publications%5CMX%20FAA%20(Former%20HFSkyway)%5CHuman%20Factors%20Issues%5CMeeting%2010%5CElectronicErgonomic.pdf)> (accessed 20-10-2010).

Patankar, M., Driscoll, D., 2004. FACTORS AFFECTING THE SUCCESS OR FAILURE OF AVIATION SAFETY ACTION PROGRAMS IN AVIATION MAINTENANCE ORGANIZATIONS.
<<https://hfskyway.faa.gov/HFTest/Bibliography%20of%20Publications%5CHuman%20Factor%20Maintenance%5CmaintFY04ASAPrpt.pdf>> (accessed 20-10-2010).

Pidgeon, N., O'Leary, M., 1994. Organizational safety culture: implications for aviation practice. Avebury, Aldershot, Hants.

Rankin, W., 2007. MEDA Investigation Process.
<http://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/articles/qtr_2_07/AERO_Q207.pdf> (accessed 11-10-2010).

Reason, J., 1990. Human Errors. Cambridge University Press, New York, USA.

Reason, J., 1997.a. Managing the Risks of Organizational Accidents. Ashgate Publishing Company, U.S.A.

Reason, J., 1997.b. Safety in the operating theatre – Part 2: Human error and organisational failure. <<http://qshc.bmj.com/content/14/1/56.abstract>> (accessed 11-10-2010).

Reason, J., 2004. Managing the Risks of Organizational Accidents. Risks Seminar, NASA, Cleveland:
<http://www.rmc.nasa.gov/archive/rmc_v/presentations/reason%20managing%20the%20risks%20of%20organizational%20accidents.pdf> (accessed 11-10-2010).

Reason, J., 2006. Human Factors: A Personal Perspective. Human Factors Seminar, Helsinki. <<http://www.vtt.fi/liitetiedostot/muut/HFS06Reason.pdf>> (accessed 11-10-2010).

Robertson, M., 2004. Chapter 16: Maintenance Resource Management. Embry-Riddle Aeronautical University: <<http://libraryonline.erau.edu/online-full-text/human-factors-in-aviation-maintenance/guide/chapter16.pdf>> (accessed 20-10-2010).

Santi, S., 2009. Factores Humanos como causas contribuintes para acidentes e incidentes aeronáuticos na Aviação Geral. Monografia de Especialização em Gestão da Aviação Civil. Universidade de Brasília. Centro de Formação de Recursos Humanos em Transportes.

Simmons, A., 2005. THE UN-QUANTIFIED RISKS IN AIRCRAFT MAINTENANCE: An AAIB Perspective. <<http://www.raes-hfg.com/reports/18oct05-RiskTaking/18oct05-AlanSimmonsAAIB.ppt>> (accessed 20-10-2010).

Simmons, A., 2007. RISK IN THE MAINTENANCE ENVIRONMENT. ROYAL AERONAUTICAL SOCIETY, ENGINEERING MAINTENANCE STANDING GROUP CONFERENCE. AAIB FARNBOROUGH.

Factores Humanos em Manutenção de Aeronaves

- Taylor, J., 1997.** The evolution and effectiveness of Maintenance Resource Management (MRM). *Industrial Journal of Industrial Ergonomics* (Elsevier), 26 (2000) 201-215.
- Taylor, J., Patankar, M., 2001.** Four Generations of Maintenance Resource Management Programs in the United States: An Analysis of the Past, Present and Future. *Journal of Air TransportationWorldWide*, Vol. 6, No. 2-2001.
- Thurber, M., 2005.** Special Safety Report – The Saga of Papa Whiskey. *Aviation Maintenance Magazine*.
<<http://www.aviationtoday.com/am/categories/commercial/200.html>> (accessed 20-10-2010).
- Transport Canada, 2001.** Introduction to Safety Management systems.
<<http://www.bainessimmons.com/pdf/Canada%20SMS.pdf>> (accessed 20-10-2010).
- UK CAA, 2001.** Part 1: Introducing an Error Management Programme into an Organisation. UK Civil Aviation Authority: <<http://www.crucial-knowledge.info/caa1.pdf>> (accessed 20-10-2010).
- UK CAA, 2002.** CAP 715: An Introduction to Aircraft Maintenance Engineering Human Factors for JAR 66. UK Civil Aviation Authority.
- UK CAA, 2003.** Cap 716 - Aviation Maintenance Human Factors (EASA / JAR145 Approved Organisations): Guidance Material on the UK CAA Interpretation of Part-145 Human Factors and Error Management Requirements. UK Civil Aviation Authority.
- Xavier, A., 2005.** Managing Human Factors In Aircraft Maintenance Through A Performance Excellence Framework. Graduate Research Project. Embry-Riddle Aeronautical University.
- Wiegmann, D., Shappell, S., 2000.** The Human Factors Analysis And Classification System (HFACS):<http://www.slc.ca.gov/division_pages/mfd/prevention_first/documents/2002/Presentation%20by%20Douglas%20Wiegmann.pdf> (accessed 20-10-2010).
- Wiegmann, D., Shappell, S., 2001.** A Human Error Analysis of Commercial Aviation Accidents Using the Human Factors Analysis and Classification System (HFACS). U.S. Department Of Transportation and Federal Aviation Administration.
- Wiegmann, D., Zhang, H., von Thaden, T., Sharma, G., Mitchell, A., 2002.** Safety Culture: A Review. Aviation Research Lab, University of Illinois at urbana-Champaign.
- Wiegmann, D., Shappell, S., 2003.** A Human Error Approach to Aviation Accident Analysis: The Human Factors Analysis and Classification System. Ashgate Publishing Company, Burlington, U.S.A.
- Wurmstein, A., Shetler, M., Moening, J., 2004.** Human factors and aircraft maintenance.
<<http://findarticles.com/p/articles/mi m01BT/is 8 60/ai n6183928/pg 2/?tag=content:col1>> (accessed 11-10-2010).