

Universidade Federal de São Carlos
Centro de Educação e Ciências Humanas
Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade

**GESTÃO E DESENVOLVIMENTO EM FATORES HUMANOS NA
SEGURANÇA DE VOO: ESTUDO NA MANUTENÇÃO AERONÁUTICA**

Cristiano Formoso Zamprogno

São Carlos

2011

Universidade Federal de São Carlos
Centro de Educação e Ciências Humanas
Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade

**GESTÃO E DESENVOLVIMENTO EM FATORES HUMANOS NA
SEGURANÇA DE VOO: ESTUDO NA MANUTENÇÃO AERONÁUTICA**

Cristiano Formoso Zamprogno

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia
e Sociedade como requisito parcial à
obtenção do título de MESTRE EM
CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE

Orientador: Prof. Dra. Wanda Ap. Machado Hoffmann

São Carlos

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

Z26gd

Zamprogno, Cristiano Formoso.

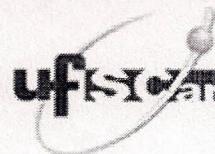
Gestão e desenvolvimento em fatores humanos na
segurança de voo : estudo na manutenção aeronáutica /
Cristiano Formoso Zamprogno. -- São Carlos : UFSCar,
2011.

162 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São
Carlos, 2011.

1. Desenvolvimento social - ciência, tecnologia e
sociedade. 2. Tecnologia - fatores humanos. 3. Segurança.
4. Aviação. 5. Aviões - manutenção e reparos. I. Título.

CDD: 303.483 (20^a)



**BANCA EXAMINADORA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE
CRISTIANO FORMOSO ZAMPROGNO**

Prof. Dra. Wanda Aparecida Machado Hoffmann
Orientadora e Presidente
Universidade Federal de São Carlos

Prof. Dr. Antonio Carlos Canale
Membro externo
EESC/USP São Carlos

Prof. Dr. Leandro Innocentini Lopes de Faria
Membro interno
Universidade Federal de São Carlos

Submetida a defesa pública em sessão realizada em: 28/02/2011.
Homologada na 43ª reunião da CPG do PPGCTS, realizada em
03/03/2011.

Prof. Dra. Maria Cristina Piumbato Innocentini Hayashi
Coordenadora do PPGCTS

Fomento:

*Dedico este trabalho a todas
as vítimas de acidentes aéreos
e a todas as pessoas envolvidas
na melhoria da segurança na
avição.*

AGRADECIMENTOS

À professora Wanda Hoffmann, meus sinceros agradecimentos pela orientação presente e pelo incentivo na realização deste trabalho.

A todos os professores do programa que contribuíram para o meu amadurecimento acadêmico e por auxiliar no enriquecimento desse trabalho. Meu especial agradecimento aos professores: José Gregolin, Leandro Inocentinni e Antonio Carlos Canale.

Ao Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade (PPGCTS) do Centro de Educação e Ciências Humanas da Universidade Federal de São Carlos pela oportunidade de realização do curso de mestrado.

À EMBRAER – Empresa Brasileira de Aeronáutica pela contribuição e apoio na realização deste trabalho.

A todos os gestores e funcionários das empresas de manutenção aeronáutica que participaram desta pesquisa, pela atenção e participação.

A todos os colaboradores do PPGCTS e do CECH, em especial aos funcionários Paulo e Ivanildes.

Aos meus amigos Jefferson e Juliana, por compartilharem experiências, momentos de descontração e pelo incentivo e apoio durante a jornada deste trabalho.

Aos meus pais, Camilo e Arlete e a minha irmã Camila: agradeço o apoio, incentivo e compreensão que sempre tiveram, ajudando para que eu pudesse seguir em frente.

Aos meus sogros, Marcos e Lúcia, por me acolherem em sua casa e apoiarem os esforços realizados em cada etapa do programa de mestrado.

A todos que, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização deste trabalho.

À minha esposa Juliana, pela ajuda e compreensão e também por todo o apoio na superação das dificuldades encontradas ao longo do caminho. Sem você, nada disso teria sido possível.

Agradeço a Deus por me conceder a vida, abençoar-me e permitir a construção de mais esta etapa.

RESUMO

O presente trabalho aborda a estruturação e sistemática dos procedimentos praticados por centros brasileiros de manutenção aeronáutica em relação aos fatores humanos. Para o levantamento e análise das informações, foram empregadas técnicas de pesquisa exploratória, procurando obter uma visão geral e aproximada sobre o assunto através de entrevistas com as pessoas responsáveis pela área de fatores humanos dos centros de manutenção aeronáutica participantes. A pesquisa descritiva foi conduzida através da aplicação de questionário nas mesmas empresas, a qual foi respondida por vinte funcionários com diferentes ocupações. O objetivo foi analisar as principais práticas abordadas por cada organização em relação a oito aspectos importantes para a prevenção de falhas humanas na manutenção aeronáutica: 1) Gerenciamento de Erros; 2) Treinamentos em Fatores Humanos; 3) Gerenciamento de Fadiga; 4) Pró-atividade da Organização em Suportar Fatores Humanos; 5) Motivação para o Programa de Fatores Humanos e Segurança; 6) Métricas para Fatores Humanos 7) Suporte dos Órgãos Regulamentadores de Aviação e 8) Políticas da Organização. Para possibilitar uma análise comparativa, o modelo de questionário utilizado foi similar ao empregado pelo órgão de aviação americano FAA – Federal Aviation Administration em pesquisa aplicada em centros de manutenção aeronáutica de diversos países. Os resultados obtidos demonstraram que os centros de serviços nacionais possuem deficiências quando relacionados aos aspectos de gerenciamento de erros, gerenciamento de fadiga e ao apoio dos órgãos regulamentadores de aviação. Os resultados mais satisfatórios foram encontrados nos aspectos alistados ao treinamento em fatores humanos. Espera-se contribuir, através do estudo, com a segurança das atividades de manutenção aeronáutica, visando à prevenção de incidentes e acidentes causados por falha humana através de sugestões e recomendações advindas do diagnóstico levantado durante a realização deste trabalho.

Palavras-chave: Manutenção Aeronáutica, Fatores Humanos, Centros de Manutenção Aeronáutica, Segurança na Aviação, Acidentes e Incidentes Aéreos.

MANAGEMENT AND DEVELOPMENT OF HUMAN FACTORS IN FLIGHT SAFETY: A CASE STUDY IN AIRCRAFT MAINTENANCE

ABSTRACT

This paper discusses the structure and systematic procedures practiced by Brazilian aircraft maintenance centers and related to human factors. To survey and analysis of information, exploratory research techniques were employed, looking for an overview on the subject through interviews with people responsible for the area of human factors in the participating aircraft maintenance centers. A descriptive study was conducted through a questionnaire which was answered by twenty employees with different occupations. The main objective was to analyze the practices covered by each participating organization in relation to eight aspects relevant to the prevention of human errors in aviation maintenance: 1) Error Management, 2) Training in Human Factors, 3) Fatigue Management, 4) Pro-activity of the Organization in Support Human Factors, 5) Motivation for the Program of Human Factors and Safety, 6) Metrics for Human Factors 7) Support of State Regulatory Aviation and 8) Policies of the Organization. To allow a comparative analysis, the standard questionnaire used was similar to that employed by the board of American aviation FAA - Federal Aviation Administration in an applied research involving aircraft maintenance centers in several countries. The results showed that the national service centers have greater disabilities when related to aspects of error management, fatigue management and support of aviation regulators. The better results were found in the aspects of human factors training. It is expected a contribution, by making suggestions and recommendations, for the safety of aircraft maintenance activities in order to prevent incidents and accidents caused by human error.

Keywords: Aircraft Maintenance, Human Factors, Maintenance Service Centers, Aviation Safety, Air Accidents and Incidents.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 3.1: Frota mundial de aeronaves comerciais entre 1989 e 2008	6
FIGURA 3.2: Número de aviões brasileiros cadastrados entre 1996 e 2009.....	7
FIGURA 3.3: Estimativa da frota comercial de aeronaves para a América Latina	8
FIGURA 4.1: Taxa de acidentes na aviação comercial mundial entre os anos de 1959 e 2008	12
FIGURA 4.2: Causas atribuídas aos acidentes aéreos.....	14
FIGURA 5.1: O modelo SHEL.....	21
FIGURA 5.2: O modelo Reason.....	27
FIGURA 7.1: Incidência de fatores contribuintes nos acidentes aéreos brasileiros da aviação geral entre 2000 e 2009.....	40
FIGURA 7.2: Sistema do detector magnético de chip e seu acoplador	42
FIGURA 7.3: Aeronave da Aloha Airlines 737 após pouso de emergência	46
FIGURA 7.4: Comparação do diâmetro da cabeça dos parafusos dentro da área escareada	48

LISTA DE TABELAS

TABELA 10.1 – Tipo de abordagem da organização sobre o erro humano	88
TABELA 10.2 – Porcentagem de existência de banco de dados de investigação nas empresas para eventos relativos ao erro humano	89
TABELA 10.3: Modo de utilização dos dados referentes ao erro humano	91
TABELA 10.4: Porcentagem na aplicação de curso em fatores humanos para novos funcionários das empresas	93
TABELA 10.5: Modo de aplicação do curso em fatores humanos nas empresas	94
TABELA 10.6: Tópicos apresentados pelo treinamento em fatores humanos .	95
TABELA 10.7: Abrangência do curso de fatores humanos nas áreas das empresas.....	96
TABELA 10.8: Apoio com palavras e ações da gestão ao programa de fatores humanos na manutenção	101
TABELA 10.9: Existência de meio formal para que funcionários apresentem sugestões sobre questões em fatores humanos	103
TABELA 10.10: Existência de provisão no orçamento para as intervenções necessárias em função de fatores humanos.	105
TABELA 10.11: Grau de participação ativa da empresa em grupos de trabalho sobre fatores humanos nas áreas de governo e indústria.....	106
TABELA 10.12: Realização de auditoria formal em fatores humanos	109
TABELA 10.13: Recebimento de apoio da entidade regulamentadora na concepção e implantação do programa de fatores humanos.	114
TABELA 10.14: Acompanhamento do programa de fatores humanos pelo órgão regulamentador aeronáutico.....	115
TABELA 10.15: Existência de programa formal de qualidade ou um programa de melhoria contínua na empresa.	117
TABELA 10.16: Abordagem explícita fatores humanos programa de garantia da qualidade.....	118
TABELA 10.17: Tipo de política de segurança da empresa	120

TABELA 10.18: Existência de política para a troca de turnos na organização 122

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 10.1: Tipos de operações de manutenção desempenhadas pelas empresas	84
GRÁFICO 10.2: Proporção em relação ao número de funcionários das empresas participantes	85
GRÁFICO 10.3: Profissão dos pesquisados	86
GRÁFICO 10.4: Experiência profissional dos participantes da pesquisa.....	86
GRÁFICO 10.5: Modo de uso dos dados sobre erro humano pelas empresas	87
GRÁFICO 10.6: Modo de utilização dos dados referentes ao erro humano pelas empresas	90
GRÁFICO 10.7: Porcentagem na aplicação de curso em fatores humanos como parte do treinamento para novos funcionários	92
GRÁFICO 10.8: Carga horária do curso em fatores humanos para novos funcionários das empresas	93
GRÁFICO 10.9: Tópicos contemplados pelo curso de fatores humanos.....	95
GRÁFICO 10.10: Matérias abordadas na formação do instrutor de fatores humanos	97
Gráfico 10.11: Tipo de material utilizado pelo instrutor em fatores humanos...	97
GRÁFICO 10.12: Importância do gerenciamento de fadiga para a empresa...	99
GRÁFICO 10.13: Reconhecimento do gerenciamento de fadiga como questão de segurança	99
GRÁFICO 10.14: Existência de gerenciamento de fadiga na organização....	100
GRÁFICO 10.15: Suporte da gestão da empresa ao programa de fatores humanos	101
GRÁFICO 10.16: Existência de um canal formal para fatores humanos	102
GRÁFICO 10.17: Existência de um método formal para comunicação entre o especialista de fatores humanos e a gerência	104

GRÁFICO 10.18: Reconhecimento do valor da pró-atividade do programa de fatores humanos.....	104
GRÁFICO 10.19: Participação ativa da empresa em grupos de trabalho sobre fatores humanos nas áreas de governo e indústria.....	105
GRÁFICO 10.20: Grau de influência na motivação do programa de fatores humanos.....	107
GRÁFICO 10.21: Presença nas organizações de auditorias formais em fatores humanos.....	108
GRÁFICO 10.22: Realização de cálculo sobre efeitos econômicos em função de acidentes e incidentes ocorridos na organização	110
GRÁFICO 10.23: Existência de apoio por parte da principal entidade regulamentadora de aviação	113
GRÁFICO 10.24: Acompanhamento do órgão regulamentador de aviação ao programa de fatores humanos da organização de forma próxima	115
GRÁFICO 10.25: Presença de política formal de qualidade ou de um programa de melhoria contínua.....	117
GRÁFICO 10.26: Abordagem de conteúdo sobre fatores humanos pelo programa de garantia da qualidade.....	118
GRÁFICO 10.27: Existência de política formal de segurança.....	119
GRÁFICO 10.28: Presença de política para aplicação de fatores humanos por escrito.....	120
GRÁFICO 10.29: Presença de política para troca de turnos.....	121
GRÁFICO 10.30: Presença de política de planejamento para considerar as limitações do desempenho humano	122

LISTA DE QUADROS

QUADRO 8.1: Fatores contribuintes ao erro na manutenção aeronáutica	63
QUADRO 9.1: Roteiro para levantamento de informações sobre fatores humanos na manutenção aeronáutica	74
QUADRO 9.2: Vantagens e limitações da entrevista	76
QUADRO 9.3: Correspondência entre os assuntos e a numeração das perguntas do questionário.....	80
QUADRO 10.1: Sugestão de grade curricular para treinamento dos conceitos iniciais em CRM	113

SÍMBOLOS E ABREVIACÕES

AAIB	Air Accident Investigation Bureau
ABASI	Australian Bureau of Air Safety Investigation
ADAMS	Aircraft Dispatch and Maintenance Systems
AME	Aircraft Maintenance Engineer
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
ATA	Air Transport Association
ATSB	Australian Transport Safety Bureau
CAA	Civil Aviation Authority
CENIPA	Centro Nacional de Investigação e Prevenção de Acidentes
CRM	Crew resource management
DAC	Departamento de Aviação Civil
EASA	European Aviation Safety Agency
FAA	Federal Aviation Administration
HFE	Human Factors Engineering
HFES	Human Factors and Ergonomics Society
IAC	Instrução de Aviação Civil
IATA	International Air Transport Association
ICAO	International Civil Aviation Organization
MEDA	Maintenance Error Decision Aid
MRM	Maintenance Resource Management
NTSB	National Transport Safety Board
SHEL	Software Hardware Environment Liveware

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO	5
3. CRESCIMENTO DA AVIAÇÃO	6
3.1. Cenário da Aviação Mundial	6
3.2. Cenário da Aviação Brasileira	7
4. ASPECTOS DE SEGURANÇA NA AVIAÇÃO	9
4.1. Histórico da Segurança na Aviação	9
4.2. Conceito de Segurança na Aviação	10
4.3. Desenvolvimento da Segurança na Aviação.....	12
4.4. Influência dos Fatores Humanos na Segurança da Aviação.....	14
5. FATORES HUMANOS NA AVIAÇÃO	16
5.1. Contexto da Aviação e Fatores Humanos.....	16
5.2. Histórico dos Fatores Humanos na Aviação	18
5.2. Conceito de Fatores Humanos na Aviação	19
5.3. Modelos Teóricos em Fatores Humanos	21
5.3.1. O Modelo SHEL.....	21
5.3.2. O Modelo Reason	25
6. A ATIVIDADE DE MANUTENÇÃO AERONÁUTICA	31
7. ACIDENTES E INCIDENTES NA MANUTENÇÃO AERONÁUTICA	39
7.1. Exemplos de acidentes causados por manutenção aeronáutica	40
7.1.1. Caso: Eastern Airlines L-1011, 1983 (ATSB, 2008).....	41
7.1.2. Caso: Aloha Airlines Boeing 737, 1988 (NTSB, 1989).....	44
7.1.3. Caso: British Airways BAC-111, 1990 (ATSB, 2008)	46
7.1.4. Caso: Embraer EMB120 Brasília, 1991 (NTSB, 1992).....	48
8. GERENCIAMENTO DE FATORES HUMANOS NA MANUTENÇÃO AERONÁUTICA	50
8.1. CRM – “Crew Resource Management”	50
8.1.1. Evolução do CRM – “Crew Resource Management”	54

8.2. MRM – “Maintenance Resource Management”	56
8.2.1. Evolução do MRM – “Maintenance Resource Management”	57
8.3. MRM e os Fatores Humanos	58
8.3.1. Suporte da Alta Administração aos Fatores Humanos	59
8.3.2. Gerenciamento de Erros Humanos	60
8.3.3. Treinamento em Fatores Humanos	63
8.3.4. Gerenciamento de Fadiga	67
9. METODOLOGIA	71
9.1. Característica da pesquisa	71
9.2. Universo da Pesquisa	74
9.3. Instrumentos	75
9.3.1. Entrevista	75
9.3.2. Questionário	77
9.4. Coleta de Dados e Aspectos Éticos	80
9.5. Pré-Teste	81
9.6. Tratamento e Análise do Dados	82
10. RESULTADOS E DISCUSSÃO	83
10.1. Características dos Indivíduos e Organizações	83
10.2. Gerenciamento de Erros	87
10.3. Treinamento em Fatores Humanos	92
10.4. Gerenciamento de Fadiga	98
10.5. Pró-atividade em Suportar Fatores Humanos	100
10.6. Motivação para o Programa de Fatores Humanos e Segurança	106
10.7. Métricas para Fatores Humanos	108
10.8. Suporte dos Órgãos Regulamentadores de Aviação	111
10.9. Políticas da Organização	116
11. CONSIDERAÇÕES FINAIS	124
REFERÊNCIAS	129
APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	139
APÊNDICE B – Questionário proposto para avaliação dos aspectos relacionados a fatores humanos em centros de manutenção aeronáutica	141

1. INTRODUÇÃO

A constante evolução do tráfego aéreo mundial, em grande parte devida aos avanços na viabilidade econômica dessa modalidade de transporte, enseja, como um de seus maiores desafios, o progresso contínuo de seu elevado nível de confiabilidade e segurança. Fatores como: aumento da produtividade das novas aeronaves, crescimento da eficiência operacional, redução do tempo necessário às atividades de manutenção e melhoria do desempenho entre o peso transportado e a autonomia de voo (BOEING, 2009a) permitem que, cada vez mais, pessoas e cargas sejam transportadas por aviões.

O transporte aéreo é considerado o meio de locomoção mais seguro, apresentando uma taxa de óbito por passageiro transportado duzentas vezes menor do que o transporte realizado por meio terrestre, conforme dados do relatório do Centro de Prevenção e Investigação de Acidentes Aeronáuticos – CENIPA (2002). Apesar disso, a evolução do número absoluto de acidentes aéreos no Brasil tem aumentado de forma significativa nos últimos anos, demonstrando um crescimento de 11% no período entre 2006 e 2009 (CENIPA, 2010a). Em termos comparativos, a taxa de acidentes fatais na aviação brasileira em 2008 foi quatro vezes maior do que a taxa mundial, segundo levantamento da Gerência-Geral de Análise e Pesquisa em Segurança Operacional – GGAP. Enquanto o índice brasileiro registrou 1,76 acidentes fatais por milhão de voos em 2008, o índice mundial foi de 0,40 (ANAC, 2009a). Dentre as causas levantadas, considerando a aviação geral, a manutenção dos aviões foi apontada como fator contribuinte em 23% dos acidentes envolvendo aeronaves entre o período de 1999-2009 (CENIPA, 2010b).

Uma análise mais detalhada dos acidentes e incidentes recentes ocorridos por falhas nas operações de manutenção indica que as causas dos mesmos geralmente estão diretamente associadas a questões organizacionais e de gerenciamento dos fatores envolvendo o comportamento humano nas empresas de manutenção. Alguns exemplos relevantes são: processo interno

de comunicação deficiente, tomada de decisões falhas, inexistência de sistemas de registros de erros e monitoramento das atividades, apoio insuficiente às ações de segurança por parte de gestores e a falta de regulamentação oficial pertinente ao assunto (ASTB, 2008).

Apesar de sua importância e influência na segurança do transporte aéreo, os fatores humanos na manutenção de aeronaves, os quais compreendem o entendimento das relações entre homem, ambiente, máquina e procedimentos, é assunto recente e pouco explorado no Brasil dentro da formação dos profissionais da área (ANAC, 2010a). A falta de conscientização da matéria pelos centros de manutenção nacionais e a carência de normas legais pertinentes aos fatores humanos por parte do órgão oficial de aviação brasileiro ANAC (Agencia Nacional de Aviação Civil) comprometem o desempenho humano nas atividades de manutenção aeronáutica, prejudicando a segurança na aviação de forma geral (ANAC, 2009b).

Dentro desse contexto, a sustentação dos benefícios gerados pelo transporte aéreo depende da evolução da segurança associada ao mesmo, a qual, por sua vez, depende da redução dos incidentes e acidentes ligados aos erros humanos na manutenção aeronáutica, sendo fundamental a compreensão e o aprimoramento das ações e dos programas de gerenciamento dos fatores humanos praticados nos centros de manutenção aeronáutica nacionais. Diante dessa necessidade, o presente estudo é justificado pelo levantamento e contextualização dessas ações dentro da realidade de alguns centros de manutenção brasileiros, visando o estabelecimento de um diagnóstico mais específico sobre o assunto e a identificação de eventuais oportunidades de melhoria para o fortalecimento dos sistemas atualmente perpetrados por essas organizações.

Primeiramente, alguns questionamentos foram feitos enquanto a busca de uma melhor compreensão acerca do assunto: quais são os principais fatores que levam ao erro humano dentro do ambiente da manutenção aeronáutica e quais são os principais aspectos e procedimentos desenvolvidos para o impedimento de falhas humanas nesse ambiente.

Para a verificação desses questionamentos iniciais, foi aplicado o uso da metodologia de trabalho envolvendo a seleção e interpretação de fontes de informações secundárias, originadas principalmente de artigos técnicos disponibilizados por profissionais e entidades atuantes na área de segurança da aviação e por órgãos governamentais de regulamentação aeronáutica, além de alguns trabalhos científicos publicados na área de interesse. Também foram utilizadas fontes de informação primárias por meio de entrevistas com profissionais responsáveis pelo tratamento do assunto em organizações de manutenção aeronáutica do Brasil.

Diante dos pressupostos encontrados pelas respostas desses questionamentos, foi realizado um trabalho de investigação envolvendo profissionais de diferentes funções pertencentes a empresas brasileiras de manutenção aeronáutica, visando à elaboração de um diagnóstico guiado pelas seguintes inquirições: quais são as práticas prevalentes em relação aos fatores humanos nos centros brasileiros de manutenção aeronáutica? Existem diferenças consideráveis entre o tratamento dado ao assunto em função do porte da empresa? Quais são a abrangência e a aderência presentes nos centros de manutenção aeronáutica em relação aos principais aspectos e procedimentos desenvolvidos para o impedimento de falhas humanas? Qual o comportamento desses resultados quando comparado as organizações internacionais do mesmo segmento?

Como tentativa primária na formulação de repostas para os questionamentos apresentados, algumas hipóteses foram elencadas:

- Em geral, a maioria dos centros de manutenção apresenta baixa aderência às práticas levantadas e consideradas importantes na eliminação do erro humano dentro do ambiente da manutenção aeronáutica;
- As empresas de maior porte possuem uma estrutura mais dedicada e desenvolvida para o tratamento dos assuntos referentes aos fatores humanos quando comparada as empresas de menor porte. Dessa maneira, existem diferenças consideráveis

no tratamento desse assunto em função do tamanho da organização;

- Quando comparados, a média dos dados coletados entre os centros de manutenção nacionais exibe valor inferior a média obtida pelos centros de manutenção de outros países.

Para a verificação das hipóteses mencionadas, um trabalho de pesquisa com orientação analítico-descritiva e de caráter quali-quantitativo foi definido. O mesmo utilizou como instrumento de coleta de dados um questionário com questões fechadas. Os resultados foram analisados e comparados com o referencial teórico da pesquisa e com os dados obtidos em uma pesquisa similar e de abrangência mundial aplicada pelo órgão de aviação norte-americano FAA (*Federal Aviation Administration*) em 2006.

2. OBJETIVO

A finalidade da presente pesquisa é investigar as práticas utilizadas por centros nacionais de manutenção aeronáutica, de diferentes portes, em relação às atividades voltadas à prevenção do erro humano, em especial, na gestão e desenvolvimento das atividades operacionais e de apoio da manutenção de aeronaves, identificando características-chave para a criação e sustentação de programas voltados aos fatores humanos.

Os objetivos específicos são:

- Entender o desenvolvimento do gerenciamento de segurança presentes nas operações de manutenção de aeronaves;
- Levantar aspectos críticos para a implantação e desenvolvimento de programas em fatores humanos direcionados a redução da contribuição humana em acidentes e incidentes de aeronaves;
- Prospectar sistemas e boas práticas relacionadas à gestão de treinamento e desenvolvimento de fatores humanos na manutenção aeronáutica;
- Avaliar a aderência das organizações nacionais em relação às atividades envolvendo fatores humanos, bem como traçar comparativos quanto da análise de dados provenientes de pesquisa realizada com a participação de organizações similares de outros países.

3. CRESCIMENTO DA AVIAÇÃO

3.1. Cenário da Aviação Mundial

Considerando o período de instabilidade econômica devida aos desdobramentos da crise ocorrida em 2008, o tráfego aéreo mundial, em grande parte influenciado pelo desenvolvimento de países emergentes e da China, tende a crescer cerca de 4,7% ao ano. Segundo estudos realizados pela empresa fabricante de aeronaves europeia AIRBUS, o número de voos oferecidos aos passageiros irá mais que dobrar até 2028 (AIRBUS, 2010).

A quantidade estimada de aviões a ser entregue ao longo desses 20 anos é de 24.097 novos equipamentos. Em termos econômicos, o resultado do crescimento no mercado aeronáutico é considerável: ao final de 2028, pesquisas indicam que o transporte aéreo empregará diretamente 8,5 milhões de pessoas e será responsável por gerar cerca de US\$ 1 trilhão ao Produto Interno Bruto Mundial (AIRBUS, 2010).

Analisando a evolução da frota mundial de aeronaves comerciais, conforme dados da empresa americana de aviação BOEING (Figura 3.1), o número desses equipamentos praticamente dobrou no período entre 1989 e 2008, demonstrando um crescimento muito similar ao previsto para os próximos 20 anos (BOEING, 2009b).

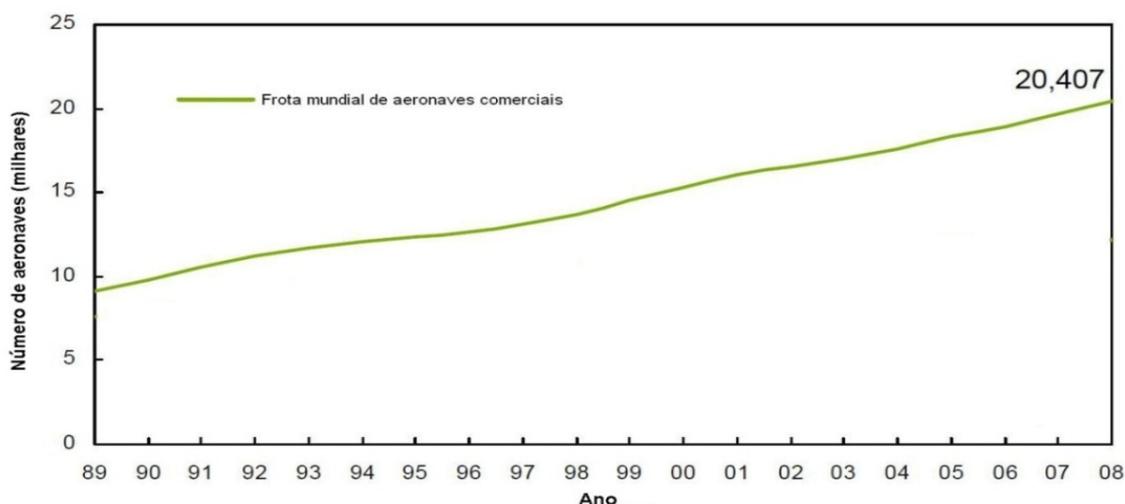


FIGURA 3.1: Frota mundial de aeronaves comerciais entre 1989 e 2008

Fonte: BOEING , 2009b.

3.2. Cenário da Aviação Brasileira

O Brasil encerrou o primeiro semestre de 2009 com um total de 12.178 aeronaves, incluindo desde jatos de grandes companhias aéreas, aviões e helicópteros particulares, táxi-aéreo, aeronaves usadas na agricultura, escolas de aviação e até mesmo balões e um dirigível. A evolução do número de aeronaves brasileiras registradas, representada pela Figura 3.2, aponta no ano de 2009 um crescimento de 18,5% quando comparado ao número registrado em dezembro de 1999. O crescimento é caracterizado pelo aumento de 1.904 aviões no período.

O número de aeronaves cadastradas pertencentes à frota de companhias aéreas que promovem o transporte regular de passageiros e carga passou de 435 para 554 neste mesmo período, conforme Figura 3.2, correspondendo a um aumento de 27% (ANAC, 2009c).

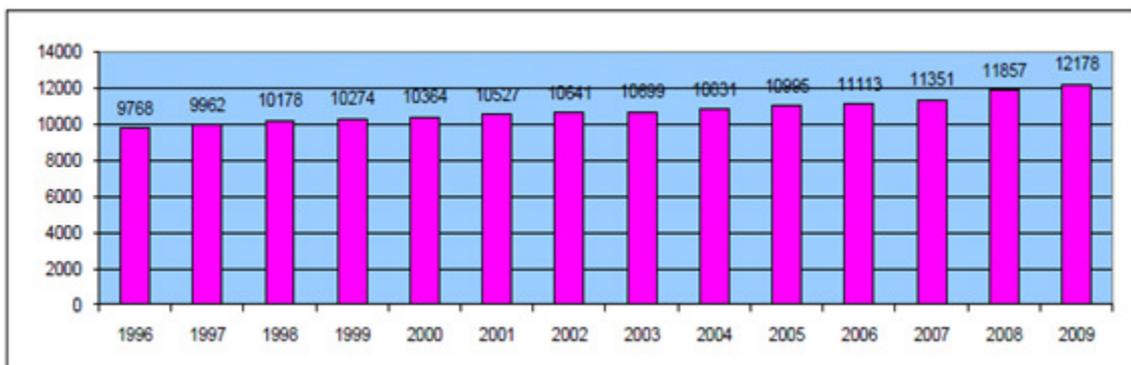


FIGURA 3.2: Evolução do número de aviões brasileiros cadastrados entre 1996 e 2009

Fonte: ANAC, 2010b.

A estimativa para o crescimento das frotas de aeronaves comerciais brasileiras e da América Latina, tendo como referência os estudos feitos pelo fabricante de aeronaves BOEING, indica que o número de equipamentos, de acordo com a Figura 3.3, será praticamente duplicado até o ano de 2028 (BOEING, 2009a).

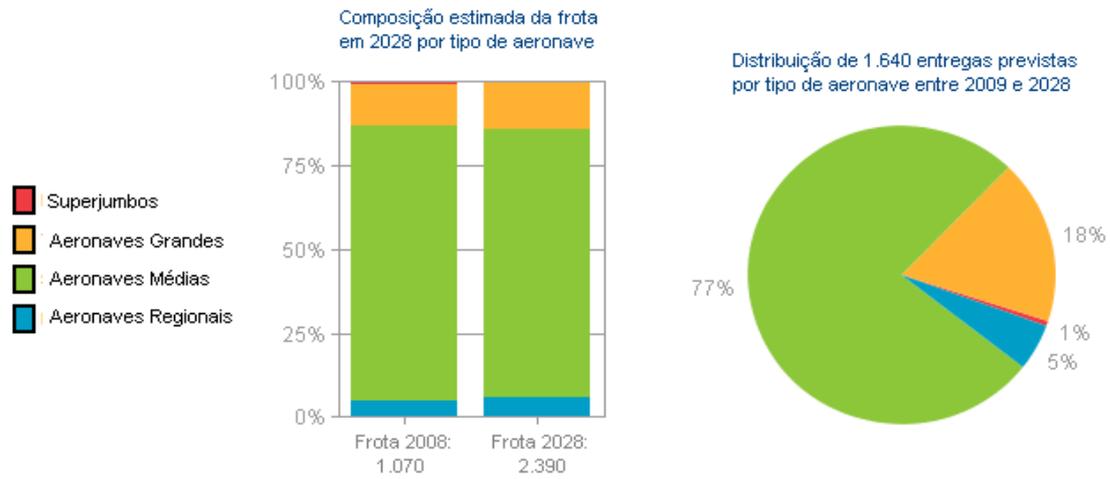
Estimativa da Frota de Aeronaves Comerciais na América Latina

FIGURA 3.3: Estimativa da frota comercial de aeronaves para a América Latina

Fonte: BOEING, 2009a.

4. ASPECTOS DE SEGURANÇA NA AVIAÇÃO

A necessidade imediata do usuário do sistema do transporte aéreo, assim como de outros meios de transportes comerciais, é a de que o mesmo garanta seu embarque, traslado e desembarque dentro de condições mínimas de conforto e segurança. Portanto, o crescimento contínuo da aviação comercial e de sua sustentabilidade e viabilidade econômica dependem diretamente da confiabilidade apresentada por essa modalidade de transporte.

4.1. Histórico da Segurança na Aviação

O meio de transporte aéreo é por excelência um sistema crítico de segurança. O mesmo apresenta atividades operacionais com requisitos considerados cruciais, no qual um desvio de funcionamento pode resultar em sérias consequências ao usuário. Os requisitos característicos nos projetos desses sistemas incluem a proteção à vida humana, ao meio ambiente e dos recursos materiais (OGATA, 2003).

O atendimento dessas condições adquiriu contornos mundiais desde a realização da Convenção de Chicago em 1944. Considerada a mais importante e abrangente convenção aeronáutica em função do número de estados signatários, a mesma foi responsável pela criação de regras para o estabelecimento e evolução da aviação civil no mundo, objetivando a garantia do sucesso do empreendimento aeronáutico através do cumprimento de critérios de segurança e de confiabilidade (ANAC, 2010c).

Como exemplos de regulamentações de segurança originadas pela Convenção de Chicago, temos: Anexo 01 sobre licenciamento de pessoal, Anexo 08 sobre aeronavegabilidade e o Anexo 13 sobre investigação de acidentes aeronáuticos (ANAC, 2010c).

A promulgação dos anexos citados foi feita no Brasil pelo decreto 21.713 de 27/08/1946 (BRASIL, 1946, p. 2). O mesmo demonstra, através do seu

preâmbulo, os requisitos para o desempenho de atividades da aviação civil dentro de condições seguras:

Os Governos abaixo assinados, e tendo concordado em certos princípios e entendimentos para que a aviação civil internacional se desenvolva de maneira segura e sistemática, e que os serviços de transporte aéreo internacional se estabeleçam numa base de igualdade de oportunidades, e funcionem eficaz e economicamente, concluem a presente Convenção com êste objetivo.

4.2. Conceito de Segurança na Aviação

Para que o desenvolvimento do transporte aéreo ocorra de maneira “segura e sistemática”, conforme descrito no preâmbulo do decreto governamental mencionado, é fundamental que as aeronaves estejam em condições plenas de aeronavegabilidade. Esse conceito e sua compreensão são de extrema importância e estão diretamente ligados à garantia da segurança na aviação.

A palavra “aeronavegabilidade” estabelece a classificação de uma aeronave como “aeronavegável” ou não. No Brasil, conforme Instrução de Aviação Civil – IAC 3108 da ANAC (2010d, p.4), o termo “aeronavegável” é definido como:

Condição em que a aeronave, célula, motor(es), hélice(s), acessórios e componentes em geral, se encontram de acordo com o projeto de tipo e em condições de operação segura, e ainda estejam em conformidade com todos os requisitos estabelecidos nos manuais e documentos técnicos aplicáveis, e de acordo com os requisitos dos RBHA e IAC, aplicáveis a cada aeronave, motor(es), hélice(s), acessórios e componentes.

A classificação de uma aeronave como aeronavegável significa o atendimento do nível necessário de segurança em relação à mesma. Isso equivale a cumprir todos os requisitos para sua operação segura, os quais envolvem, além de outros, normas, procedimentos, capacitação de

funcionários, infra-estrutura, fabricação, instalação e conservação de componentes.

A operação de um equipamento fora das condições de aeronavegabilidade expõe o sistema de transporte aéreo a níveis de risco acima de um padrão aceitável, comprometendo a segurança e aumentando a probabilidade de ocorrência de incidentes e acidentes aéreos.

Dessa forma, a prevenção dos incidentes e acidentes aéreos é condição para que a segurança na aviação seja mantida. A agência Nacional de Aviação Civil - ANAC define da seguinte maneira os vocábulos (ANAC, 2010e):

Incidente aeronáutico: toda ocorrência associada à operação de uma aeronave que não chegue a se caracterizar como um acidente aeronáutico, mas que afete ou possa afetar a segurança da operação.

Acidente aeronáutico: é toda ocorrência relacionada com a operação de uma aeronave, havida entre o período em que uma pessoa nela embarca com a intenção de realizar um voo, até o momento em que todas as pessoas tenham dela desembarcado e, durante o qual, pelo menos uma das situações abaixo ocorra:

a) Qualquer pessoa sofra lesão grave ou morra como resultado de estar na aeronave, em contato direto com qualquer uma de suas partes, incluindo aquela que dela tenha se desprendida, ou submetida à exposição direta do sopro de hélice, rotor ou escapamento de jato, ou às suas consequências. Exceção é feita quando as lesões resultem de causas naturais, forem auto ou por terceiros infligidas, ou forem causadas a pessoas que embarcaram clandestinamente e se acomodaram em área que não as destinadas aos passageiros e tripulantes.

b) A aeronave sofra dano ou falha estrutural que afete adversamente a resistência estrutural, o seu desempenho ou as suas características de voo; exija a substituição de grandes componentes ou a realização de grandes reparos no componente afetado. Exceção é feita para falha ou danos limitados

ao motor, suas carenagens ou acessórios; ou para danos limitados a hélices, pontas de asa, antenas, pneus, freios, carenagens do trem, amassamentos leves e pequenas perfurações no revestimento da aeronave.

c) A aeronave seja considerada desaparecida ou o local onde se encontre seja absolutamente inacessível.

4.3. Desenvolvimento da Segurança na Aviação

O acompanhamento da taxa de acidentes na aviação comercial, a qual é medida pelo número de acidentes dividido pelo número de decolagens, permite acompanhar a evolução da confiabilidade e segurança do transporte aéreo ao longo dos anos.

A evolução dessa taxa mostra uma queda significativa após a segunda metade do século XX, conforme Figura 4.1 (BOEING, 2009b).

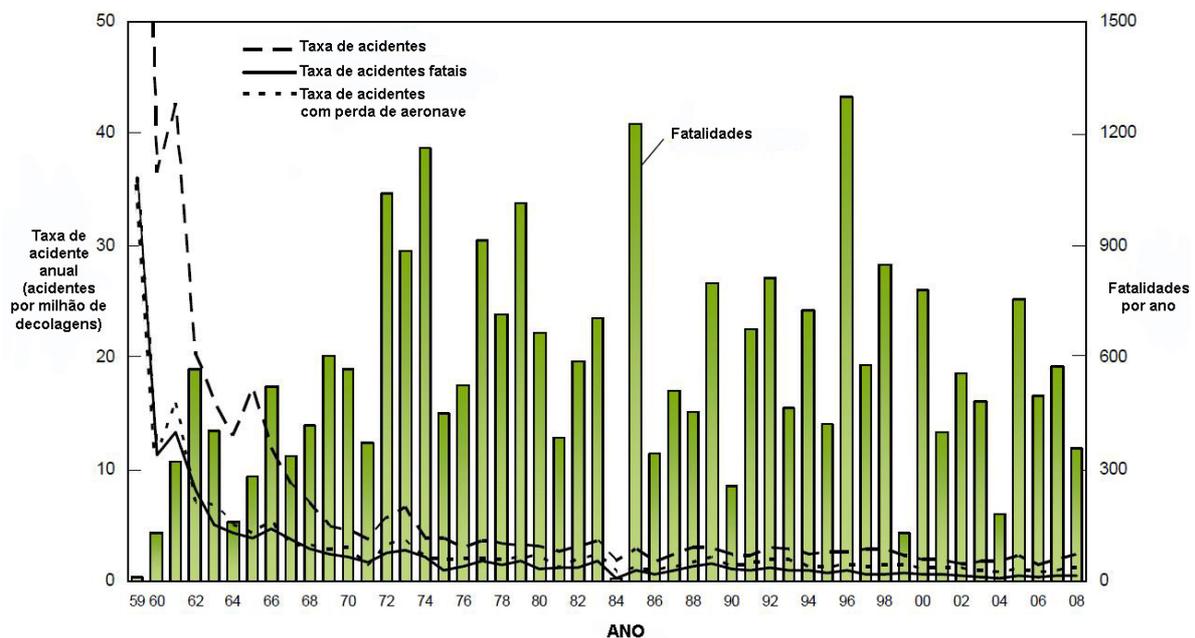


FIGURA 4.1: Taxa de acidentes na aviação comercial mundial entre os anos de 1959 e 2008

Fonte: BOEING, 2009b.

Durante o período iniciado logo após a segunda guerra mundial, a aviação cresceu rapidamente e se afirmou mundialmente como o principal modo de transporte de passageiros em longa distância (ICAO, 2001a). Esse crescimento foi apoiado pelo aumento da segurança na aviação, sendo os principais fatores contribuintes: a criação e fiscalização de normas e procedimentos rigorosos para a operação de aeronaves e a crescente aplicação de novas tecnologias, como motores a jato de maior confiabilidade, mecanismos de comunicação, gerenciamento e controle do tráfego aéreo, sistemas de radar e localização, equipamentos eletrônicos de monitoramento das condições climáticas e de parâmetros de voo (LEARMOUNT, 2009).

Além desses fatores, outro aspecto de grande importância foi a automação de comandos e sistemas. A mesma exerceu um papel essencial nas questões de segurança, pois substituiu muitos processos e trabalhos antes manuais, trazendo benefícios como: redução de fadiga e do tempo utilizado em processos repetitivos, aumento da produtividade e redução de custos. Ela também contribuiu para o avanço da precisão no manuseio de informações e no atendimento de certos critérios de segurança que excedem a capacidade e as habilidades humanas (OGATA, 2003).

É inegável que a automação bem projetada pode ajudar o operador humano e, conseqüentemente, melhorar o desempenho do sistema. Entretanto, a complexidade que hoje existe nas centenas de computadores embarcados em um avião de linha, por exemplo, também sugere a vulnerabilidade e a susceptibilidade a eventuais desvios, pois continua sendo tarefa do operador humano tentar retomar o controle da situação quando da ocorrência de falha no equipamento (SCARDIGLI, 2002).

A queda na taxa de acidentes pode ser observada até a metade da década de 1980. Após esse período, a mesma tem apresentado estagnação e vêm oscilando sem reduções perceptíveis.

Esse comportamento traz conclusões importantes sobre o avanço da segurança na aviação, demonstrando que outros fatores estariam influenciando a ocorrência de acidentes e incidentes aéreos e corroborando com as principais causas dos mesmos nas últimas três décadas.

4.4. Influência dos Fatores Humanos na Segurança da Aviação

Conforme a Organização Internacional de Aviação Civil (ICAO, 2001b), as investigações de acidentes nas últimas décadas revelaram características importantes sobre os fatores contribuintes nos mesmos. Essas contribuições foram evidenciadas através de pesquisas realizadas pela “*International Air Transport Association*” - IATA (1975), a qual demonstra a variação das causas de acidentes aéreos ao longo do tempo.

Pode ser observado que, no começo do século passado, a principal fonte de acidentes estava ligada à parte estrutural e eletro-mecânica das aeronaves. Essa situação praticamente se inverteu ao longo das décadas seguintes, demonstrando o avanço da segurança e confiabilidade do fator “máquina” em contraste com o aumento da parcela humana como fonte de acidentes aéreos (Figura 4.2).

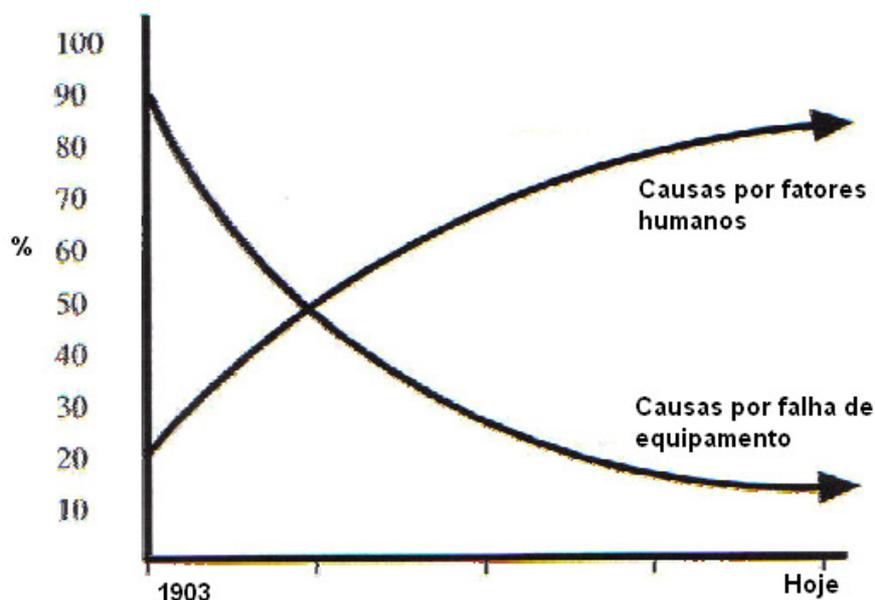


FIGURA 4.2: Causas atribuídas aos acidentes aéreos

Fonte: IATA, 1975.

Desse modo, percebe-se que a redução de acidentes gerada pela evolução tecnológica dos equipamentos e sistemas não foi acompanhada pelo

desenvolvimento de mecanismos de prevenção ao erro decorrente dos fatores humanos. Nesse caso, as falhas dos sistemas tecnológicos não podem ser atribuídas apenas aos aspectos técnicos, pois as mesmas também abrangem fatores comportamentais derivados dos indivíduos e das organizações que operam e mantêm esses sistemas.

Através de questionamentos deste tipo, ganhou força na aviação o conceito denominado Fator Humano, o qual é identificado como o maior agente responsável por acidentes no setor aéreo (NASA, 1996), sendo fonte causadora de cerca de 70% dos acidentes envolvendo aeronaves comerciais, segundo dados do departamento de segurança aérea da empresa BOEING (BOEING, 2002).

5. FATORES HUMANOS NA AVIAÇÃO

O presente capítulo tem o objetivo de abordar os principais aspectos de fatores humanos relacionados à atividade de manutenção aeronáutica. Para tanto, o mesmo é dividido em quatro partes: contexto dos fatores humanos na aviação e manutenção aeronáutica, histórico, conceitos e principais modelos teóricos de fatores humanos.

5.1. Contexto da Aviação e Fatores Humanos

Por ser a falibilidade humana um fato inegável, não existe a possibilidade de uma operação completamente livre de erros humanos. Segundo Reason (1995), o gerenciamento dos riscos associados aos erros humanos nunca será completamente efetivo, sendo possível somente reduzir a probabilidade dos mesmos ocorrerem.

Os desvios gerados pelo fator humano podem ter como causa uma simples incompatibilidade de aspecto físico, como um problema visual originado de letras impressas em manuais e procedimentos, as quais podem ser confundidas quando muito pequenas. Outros desvios também podem ser causados por fatores psicológicos complexos ou por certos tipos de fontes estressoras como fadiga e limites de tempo rígidos (HELMREICH, 1998; FAA, 2005). Situações envolvendo estresse ou sobrecarga de trabalho (ou trabalhos monótonos e repetitivos), de acordo com Helmreich (1998), elevam consideravelmente a probabilidade de ocorrência de erros.

Considerando os componentes de um sistema crítico de segurança, Hollnagel (1993) propôs, com ênfase na falibilidade humana, algumas explicações acerca dos erros humanos, das quais são destacadas três que possuem implicações para a indústria da aviação:

- O aumento da complexidade nas operações e dos processos de automação do sistema, os quais criaram maiores necessidades aos responsáveis por sua manutenção;
- A confiabilidade dos componentes mecânicos e eletrônicos cresceu significativamente nos últimos 30 anos, enquanto o nível de confiabilidade humana permaneceu praticamente inalterado no mesmo período;
- O aumento da complexidade dos sistemas e componentes aeronáuticos proporcionou o crescimento de falhas latentes resultantes de procedimentos cada vez mais complexos, onde as mesmas podem entrar em combinação com os erros operacionais e colocar a organização em risco.

Os autores presentes na literatura acerca dos Fatores Humanos sugerem que o erro humano é cada vez mais constante em acidentes envolvendo sistemas tecnológicos complexos (FOGARTY; SAUNDERS; COLLYER, 1999). Segundo os mesmos, ainda em sistemas altamente automatizados, qualquer acidente terá envolvimento direto ou indireto do elemento humano, pois este é indispensável. No caso do acidente aéreo, o fator humano é geralmente associado as figura dos pilotos e da tripulação, dos controladores de tráfego aéreo, das equipes de manutenção e das operadoras.

Portanto, os aspectos relacionados aos Fatores Humanos passaram a ser de fundamental importância na aviação, especialmente na prevenção de acidentes aéreos, aplicando-se também em outros contextos. Porém, por ter se tornado um termo de uso abrangente, observa-se que Fator Humano para o senso comum tende a significar qualquer aspecto relacionado com seres humanos.

Em estudos no campo da manutenção aeronáutica, o termo deve ser operacionalmente definido, evitando-se diferentes entendimentos, o que pode implicar em várias limitações, inclusive de ordem metodológica, afetando a criação de medidas mitigadoras eficientes ao erro humano no ambiente de manutenção aeronáutica.

5.2. Histórico dos Fatores Humanos na Aviação

O emprego do termo na aviação ocorreu durante o uso informal do mesmo nos relatórios de acidentes da Força Aérea Britânica durante a década de 1940. A primeira vez que foi utilizado com a designação atualmente reconhecida foi em 1957. Nesse período, havia a preocupação em eliminar certos acidentes relacionados ao projeto da cabine de comando das aeronaves e ao desempenho da tripulação. De fato, a maior parte dos trabalhos pioneiros relacionados ao projeto de equipamentos, treinamento, desempenho humano sob estresse, vigilância e outros tópicos foram conduzidos e publicados no pós-guerra (ATSB, 2006).

O campo de estudos sobre os Fatores Humanos foi reconhecido nos EUA em 1957, durante a fundação e o primeiro encontro da *Human Factors Society*. Um pouco antes, cerca de uma década, um campo profissional equivalente, conhecido como Ergonomia, já vinha se desenvolvendo na Europa, especificamente na Inglaterra, onde foi criada em 1947 a *Ergonomics Research Society*, sendo atualmente conhecida como *The Ergonomics Society*. Dentro desse movimento, surgiu a corrente da Ergonomia denominada de Engenharia de Fatores Humanos (*Human Factors Engineering* – HFE) (VIDAL, 1999).

A corrente da Ergonomia se concentrava mais nos aspectos biomecânicos e biofísicos do trabalho, já os profissionais americanos da área de Fatores Humanos tinham como foco inicial os elementos relacionados ao desempenho humano, que incluíam alguns componentes psicológicos. Entretanto, ambas procuravam um melhor alinhamento da interface entre pessoas e sistemas técnicos (FAA, 2000).

Observa-se então que as principais ferramentas utilizadas em Fatores Humanos, como a análise e investigação de erros, foram desenvolvidas entre a década de 40 e 50. A mesma ajudou os engenheiros a considerar de forma mais profunda as limitações dos trabalhadores quanto na elaboração de projetos. Já a análise da tarefa, outra ferramenta desenvolvida nesse período,

proporcionou a criação de um procedimento sistemático para a verificação da incompatibilidade entre operador e sistema que fosse capaz de prever os erros associados à determinada operação (MAURIÑO, 2004).

Desde então, o termo “Fatores Humanos” vem sendo empregado para melhorar as operações na aviação através da redução dos erros humanos que conduzem a acidentes aeronáuticos. Isso é feito pelo uso e aplicação de conhecimentos científicos, conceitos, modelos e principalmente das teorias derivadas das disciplinas de ciências humanas e biológicas, como: psicologia, fisiologia, medicina, antropometria e outras (ATSB, 2006).

A aplicação de inúmeras pesquisas quantitativas acerca das capacidades humanas físicas e mentais levou ao desenvolvimento de uma vasta base de dados e de princípios específicos de projetos. A utilização desses dados por toda a cadeia participante do transporte aéreo, baseado nos conceitos e nas técnicas dos Fatores Humanos, proporcionou considerável redução de acidentes aéreos nas últimas quatro décadas.

5.2. Conceito de Fatores Humanos na Aviação

Na aviação, o estudo do Fator Humano envolve todos os aspectos do comportamento e desempenho humano: a tomada de decisões e outros processos cognitivos, o projeto dos instrumentos e das cabines de pilotagem, as comunicações e o suporte lógico dos computadores, mapas, cartas e manuais de operações de aeronaves, *checklists*, atividades de manutenção, entre outros, transformando-se numa ciência multidisciplinar por natureza (ICAO, 2003).

O ponto essencial acerca dos Fatores Humanos reside no fato de que as pessoas não devem ser consideradas de maneira isolada de outros componentes. Nesse sistema, todos estão interagindo e é impossível a alteração de determinado aspecto do mesmo sem que seja necessário considerar os impactos causados nos demais. Segundo o FAA (2000), esse conceito envolve um conjunto de medidas pessoais, médicas e biológicas para se alcançar o total desempenho humano durante a atividade do transporte

aéreo, o qual envolve um esforço multidisciplinar das atividades operacionais de voo, da manutenção aeronáutica e do controle de tráfego aéreo, com o objetivo de gerar e compilar informações sobre a potencialidade e a limitação humana, aliando estas informações ao gerenciamento de sistemas, procedimentos e dos equipamentos.

Na definição do FAA (2000), o Fator Humano é o estudo do ser humano como parte essencial de qualquer sistema:

- Na identificação de suas capacidades e limitações para, posteriormente, adaptá-las conforme os demais componentes do sistema;
- Na quantificação do desempenho humano através de medidas como tempo, unidades de trabalho, erros e alterações necessárias às diferentes situações envolvidas;
- No projeto ou na modificação dos sistemas de acordo com as necessidades identificadas, permitindo o melhor desempenho humano possível.

Além disso, segundo Mauriño (2004), com o desenvolvimento do conceito e da compreensão do Fator Humano, evoluiu-se para a noção de que acidentes são causados através de falhas no sistema em lugar do mau comportamento individual.

Dentro desse contexto, o órgão Inglês CAA – *Civil Aviation Authority* refere-se aos “Fatores Humanos” na manutenção aeronáutica como o estudo das capacidades e limitações humanas no trabalho, definindo que os pesquisadores dessa área estudam a interação do pessoal de manutenção com os equipamentos utilizados, os procedimentos escritos e verbais, as normas seguidas e as condições ambientais de todo o sistema. Seu objetivo é o aperfeiçoamento da relação entre o pessoal de manutenção e os sistemas, buscando melhorar a segurança, a eficiência e o bem-estar durante a execução das atividades de manutenção aeronáutica (CAA, 2002a).

“Liveware” (componente humano do diagrama):

O componente humano é colocado no centro do modelo. Sendo considerado o elemento mais crítico e também o mais flexível, o homem geralmente está sujeito a variações consideráveis de desempenho, sofrendo muitas limitações. As bordas irregulares dos blocos representam que todos os componentes devem ser monitorados, evitando uma eventual ruptura das interfaces e a falência do sistema. Para o melhor entendimento das relações entre os elementos do modelo, a compreensão de algumas características do componente humano é fundamental. Alguns exemplos são citados pela “*Civil Aviation Authority*” (CAA, 2009):

Tamanho e forma física: durante a elaboração das atividades de trabalho e do uso de equipamentos, estudos devem ser realizados envolvendo as medidas do corpo e de seu movimento, levando em consideração fatores como idade, etnia e gênero. Os aspectos relacionados aos fatores humanos devem estar presentes desde as fases iniciais do projeto, sendo que as fontes de informações para essa tarefa estão disponíveis nas áreas da antropometria, biomecânica e cinesiologia.

Necessidades físicas: indicadas pela fisiologia humana e biologia, são as necessidades básicas de sobrevivência dos seres humanos, tais como alimento, água e oxigênio.

Características sensitivas ou de entrada: estudada pelos campos da fisiologia e da psicologia, as características sensitivas são responsáveis pelo recolhimento de informações provenientes do ambiente externo e também do interior de cada indivíduo, permitindo que o mesmo responda a estímulos e execute determinada atividade. Os mecanismos sensoriais estão sujeitos a influências que podem degradar essa capacidade de resposta.

Processamento da informação: fatores psicológicos e cognitivos como motivação e estresse estão presentes em diversos ambientes de trabalho e afetam a capacidade humana de processamento de informações. Nesse caso, mecanismos e sistemas devem ser considerados para compensar as limitações humanas e reduzir os desvios e os erros associados às mesmas.

Características de atitudes: após o recebimento e processamento das informações, um estímulo de resposta é enviado aos músculos do corpo. A atitude decorrente desse processo pode resultar em um movimento físico ou num ato de comunicação. A eficiência e eficácia dos atos realizados são objeto de estudo dos campos de psicologia, biomecânica e fisiologia.

Tolerâncias ambientais: fatores ambientais como temperatura, vibração, pressão, umidade, ruídos, hora do dia, quantidade de luz e as forças-G podem afetar o bem-estar e o desempenho humano. Outros aspectos situacionais como altura, espaços fechados e condições de trabalho estressantes também influenciam o desempenho. As interações entre o ambiente e o elemento humano são objetos de estudo das áreas de medicina, psicologia, fisiologia e biologia.

“Liveware” (componente humano do diagrama) e suas interações com os demais componentes do diagrama SHEL

Liveware-Hardware: essa interface representa a interação homem-máquina. Alguns exemplos podem ser encontrados nas seguintes situações: análise do tamanho das cadeiras para adequação as características humanas, “displays” pra visualização de informações de acordo com as necessidades do usuário.

A maior parte das questões decorrentes dessa interação é tratada pela área de ergonomia e um de seus grandes desafios é a descoberta de problemas latentes (geralmente encobertos pela grande capacidade de adaptação e flexibilidade dos seres humanos) que podem levar a desvios.

Liveware-Software: caracteriza a interface do elemento humano com os aspectos não físicos do sistema, tais como procedimentos, manuais, “lay-out” das instalações, “*checklist*” de verificações, simbologia e programas de computador. Nesse caso, os problemas podem ser menos tangíveis do que aqueles que envolvem a interface homem-máquina e, conseqüentemente, apresentam maior dificuldade de detecção e solução, como a interpretação errônea de “*checklists* de verificações” e simbologias, por exemplo.

Liveware-Enviroment: considerada a primeira interface reconhecida na aviação, a interação entre o elemento humano e o ambiente procurou inicialmente adaptar o indivíduo ao ambiente. Algumas medidas nesse sentido foram: uso de capacetes, trajes de voo e máscaras de oxigênio. Numa segunda etapa, esforços foram feitos na adaptação do ambiente às necessidades humanas, como por exemplo: a pressurização da aeronave, implantação de sistema de ar-condicionado e de isolamento acústico. Atualmente, os novos desafios dessa interface estão relacionados às questões ambientais, como a concentração de ozônio na atmosfera e aos perigos da radiação em grandes altitudes. Outros aspectos relacionados incluem os distúrbios do ritmo biológico e do sono devido à diferença de fuso-horário em longas viagens.

Os erros de percepção provocados pela interação humana com certas condições do ambiente, exemplificados por miragens e ilusões ocasionadas durante aproximação e aterrissagem, também são fontes de acidentes e devem ser considerados na interface entre o elemento humano e o ambiente. Embora muitas vezes distantes do domínio de fatores humanos na aviação, numa visão mais ampla, até mesmo fatores ambientais de contexto gerencial, político e econômicos devem ser avaliados e endereçados aos responsáveis da organização, pois também podem afetar o elemento humano.

Liveware-Liveware: As interações entre pessoas e grupos de pessoas caracterizam a interface entre os elementos humanos do diagrama SHEL, representando papel importante no desempenho das atividades aeronáuticas.

Anteriormente, a avaliação dos membros de uma tripulação era feita de maneira individual. Nessa situação, se os mesmos demonstrassem proficiência e aprovação individual, o time formado por essas pessoas era também considerado proficiente e efetivo. Esse nem sempre era o verdadeiro resultado e, muitas vezes, o grupo formado acabava por encontrar problemas de relacionamento, afetando diretamente o desempenho da equipe.

Diversos mecanismos estão sendo estudados para a melhoria da interação humana, alguns exemplos incluem o papel da liderança, a cooperação entre os membros da equipe e o trabalho em time.

Também são influências a serem consideradas nessa interação: a relação entre a equipe e seu responsável, o clima organizacional da empresa, as pressões originadas pela carga de serviço e o prazo determinado para as atividades.

5.3.2. O Modelo Reason

O modelo de Reason é utilizado para investigação das causas de acidentes e incidentes e está se tornando um padrão para essa finalidade na indústria aeronáutica. O mesmo é recomendado por várias organizações, como a americana *Federal Aviation Administration (FAA)*, a internacional *Civil Aviation Authority (CAA)* e a australiana *Australian Bureau of Air Safety Investigation (ABASI)*. Nesse modelo, a indústria da aviação é vista como um sistema produtivo complexo, onde cada um de seus elementos básicos é responsável pelas decisões que podem afetar a segurança aeronáutica.

Como exemplos desses elementos e suas interações com o ambiente da aviação, temos:

- A alta gestão de uma empresa ou a entidade de regulamentação aeronáutica, as quais são encarregadas de estabelecer metas e gerenciar recursos disponíveis para o equilíbrio da sustentabilidade econômica do sistema aéreo e da preservação de sua segurança;

- A gestão intermediária, formada por indivíduos responsáveis em implantar as decisões tomadas pela alta administração;
- Os trabalhadores que executam as atividades produtivas, os quais são responsáveis por operacionalizar as tarefas de manutenção.

Nesse contexto, certos requisitos devem ser atendidos para que as atividades sejam feitas de forma eficiente: os equipamentos devem estar disponíveis e em correto funcionamento, a mão-de-obra deve estar qualificada e motivada e as condições ambientais devem oferecer segurança.

O elemento final é representado por defesas ou garantias incorporadas ao longo do sistema para impedir incidentes e acidentes de trabalho, assim como danos ou interrupções dos serviços executados (CAA, 2009).

No modelo de Reason, os acidentes e incidentes são causados por falhas que podem ser de dois tipos, dependendo da proximidade de suas consequências, ou seja, do tempo compreendido entre a sua ocorrência e a constatação do seu resultado (REASON, 1990):

Falha ativa: é um erro ou uma violação que tenha um efeito negativo imediato, onde a falha criada precede imediatamente ao acidente. Esses erros são geralmente feitos pelo operador de linha envolvido diretamente com a atividade. O dano ocorrido pela batida de uma ponta de asa da aeronave contra algum obstáculo durante o reboque da mesma é um exemplo desse tipo de falha.

Falha latente: é resultado de uma ação ou decisão tomada bem antes de um acidente ou incidente, cujas consequências podem permanecer latentes por um longo período de tempo.

A falha latente é originada através de atos e decisões de grupos ou indivíduos cometidos de forma distante no tempo e no espaço do resultado de um determinado acidente. A decisão de fundir duas empresas, sem proporcionar formação adequada para padronizar os procedimentos de

manutenção de aeronaves e as operações de vôo, representa um tipo de falha latente. Estas falhas podem também ser introduzidas em qualquer nível do sistema pela condição humana, como por exemplo, através de motivação deficiente ou fadiga dos operadores envolvidos na atividade (CAA, 2009).

O modelo de Reason demonstra que acidentes ocorrem quando há uma quebra das barreiras do sistema, onde os diversos níveis não conseguem deter os efeitos de uma falha introduzida ao mesmo. Devido a esse aspecto, muitas vezes o modelo é tratado pela analogia a um queijo suíço, conforme ilustrado na Figura 5.2 (REASON, 1997).

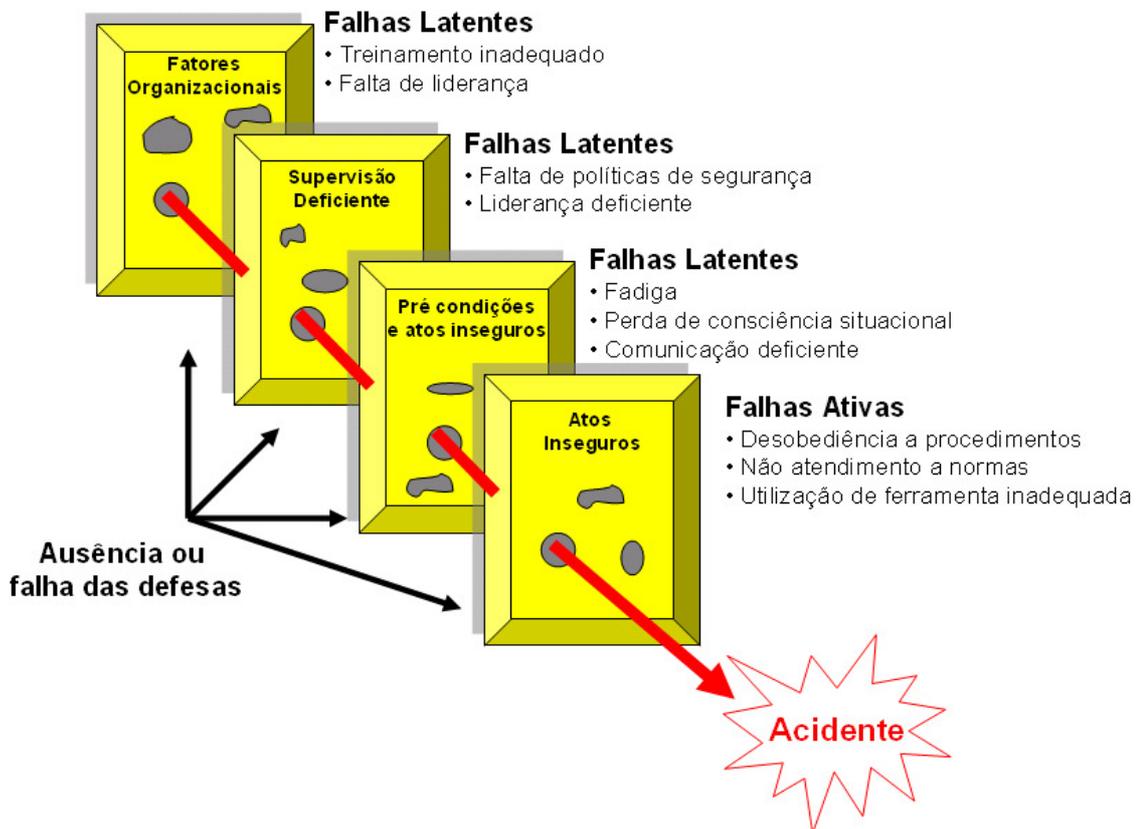


FIGURA 5.2: O modelo Reason

Fonte: REASON, 1997.

O primeiro nível do modelo, chamado de “atos inseguros”, envolve as falhas ativas, as quais são condições representadas por ações individuais ou omissões. Esses tipos de comportamento, como por exemplo: não atender aos

procedimentos operacionais ou não seguir corretamente instruções podem, na maioria das vezes, serem facilmente detectados e corrigidos.

O segundo nível, descrito por pré-condições ou atos inseguros, representam falhas latentes associadas a atos motivados por condições organizacionais e individuais. São exemplos desse tipo de falha: a comunicação deficiente, a fadiga, a perda de consciência situacional e a incapacidade de trabalho em equipe.

Os dois últimos níveis são classificados também como falhas latentes e tem uma chance maior de passarem despercebidos. São condições previamente estabelecidas e com grande probabilidade de permanecerem “dormentes” por longos períodos. Dentre eles, o terceiro nível, denominado de “supervisão deficiente”, trata da liderança exercida de forma ineficaz, a qual tem um impacto direto sobre as ações ou omissões de um mecânico aeronáutico, resultando em uma perda de comando e controle. Essas falhas são mais difíceis de serem detectadas.

O quarto e último nível contempla as questões de ordem organizacional, as quais são capazes de introduzir aspectos degradantes a segurança do sistema, afetando todos os níveis do processo. Este nível abrange condições como treinamentos inadequados, políticas de segurança deficientes e a falta de desenvolvimento da liderança como fatores que influenciam o colapso do sistema.

Os buracos presentes no queijo suíço, pela analogia ao modelo Reason, representam as deficiências das defesas destinadas a evitar que um acidente ocorra. No caso de uma avaria no sistema, o alinhamento dos furos caracteriza um caminho livre de proteção contra a ocorrência de lesões ou acidentes.

Segundo Liberman (2004), a imagem de um mundo “ideal” seria representada por sucessivas camadas defensivas que permaneceriam intactas e assim impediriam a penetração de possíveis acidentes. Entretanto, no mundo “real” as camadas de defesa apresentam fraquezas ou “buracos” que se movimentam de forma dinâmica em resposta às ações dos operadores atuantes no sistema.

Na imagem do “queijo suíço”, as falhas ativas causam acidentes quando combinadas com as rupturas nas camadas de defesa. As falhas latentes são “janelas” nas defesas do sistema que, ao se combinarem com falhas ativas, criam uma trajetória completa ou parcial de oportunidades de incidentes e acidentes (REASON, 2000).

A partir dessa exposição, pode-se entender que o acidente (ou o quase-acidente) ocorre dentro de um determinado contexto, que não pode ser desprezado na análise completa dos fatores contribuintes. Seu estudo e sua investigação devem ser feitos através de uma perspectiva global e sistêmica da situação, considerando todas as variáveis envolvidas (REASON, 2002).

A alta incidência da chamada ‘falha pessoal’ nas conclusões das investigações quanto às causas dos acidentes aeronáuticos mostra claramente que a identificação do Fator Humano é mais complexa e necessária do que se imagina. A crescente literatura sobre a cultura de segurança e a proliferação de instrumentos desenvolvidos para mensurá-la (WIEGMANN et al., 2003) aponta para a importância das variáveis organizacionais como condições latentes relevantes na ocorrência dos erros humanos.

Para Wiegmann e Shappell (2001), as diversas classificações de erros utilizadas na indústria aeronáutica enfatizam o papel organizacional assim como as variáveis individuais. As últimas apresentam graves desvantagens para a prevenção de acidentes, pois focalizam os erros nos indivíduos, os quais são culpados por falhas como o esquecimento, a falta de atenção ou a fraqueza moral.

Numa perspectiva de análise sistêmica, Fogart (2004) atesta que os modelos descritivos sobre as causas de acidentes sugerem que o indivíduo erra por causa de elementos organizacionais patogênicos latentes, capazes de criar condições nas quais as fraquezas humanas são expostas desnecessariamente. Dessa forma, desenvolve-se o conceito de que a interação de variáveis organizacionais e individuais são as causadoras dos erros.

Além disso, com o desenvolvimento do conceito e da compreensão do Fator Humano, evoluiu-se para a noção de que acidentes são causados

através de falhas no sistema em lugar do mau comportamento individual (MAURIÑO; 2004).

Dessa maneira, a evolução do conceito de Fatores Humanos transformou as relações de trabalho na aviação, trazendo uma nova consciência acerca da importância das interações entre Homem, Meio, Máquina e dos fatores organizacionais envolvidos.

6. A ATIVIDADE DE MANUTENÇÃO AERONÁUTICA

A manutenção aeronáutica significa a conservação e preservação da aeronave em condições aeronavegáveis. O trabalho de manutenção e inspeção de aeronaves é um processo complexo que requer diversas tarefas, conhecimentos e procedimentos específicos. É composta fundamentalmente pela atividade de manutenção propriamente dita e pela de inspeção, as quais ocorrem em momentos específicos e também complementares.

Para Beard e Ahumada (2003), a mesma é um componente fundamental no sistema de aviação, pois sua principal responsabilidade é identificar e reparar defeitos nas diversas estruturas das aeronaves. Dessa forma, pode-se afirmar que, na sua essência, o trabalho de manutenção de aeronaves busca garantir as condições de funcionamento e de segurança necessárias para a preservação da integridade das pessoas e das aeronaves, estando diretamente associado ao conceito de aeronavegabilidade, aos conceitos de segurança de voo e da prevenção de acidentes.

Na manutenção de aeronaves, os profissionais desse ramo podem atuar no setor de fabricação de aviões e de seus componentes, na manutenção de linha de operadores aéreos, em hangares especializados das companhias de aviação, em oficinas dedicadas a recuperação de componentes de sistemas e comandos de voo. Dentro dessa área, as especialidades onde o profissional de manutenção aeronáutica pode atuar são as seguintes (DAC, 2005):

- AVI (Aviônicos) – modalidade que envolve todos os componentes elétricos e eletrônicos de aeronave, incluindo instrumentos de navegação e de posicionamento global, rádio-navegação e rádio-comunicação e de radar.
- GMP (Grupo motopropulsor) – modalidade que trabalha com todos os tipos de motores de aviação (convencionais ou a reação), sistemas de hélices e rotores e todos os conjuntos pertencentes a motopropulsão das aeronaves.

- CEL (Célula) - modalidade que envolve todos os sistemas presentes nas aeronaves, como os de: pressurização, ar condicionado, pneumático, interiores de aeronaves, hidráulicos, estrutura e fuselagem de aviões e helicópteros.

Toda a sequência planejada de manutenção das aeronaves está contida num plano de manutenção e inspeção que deve ser executado em prazos específicos, com verificações que possuem intervalos específicos definidos pelo órgão regulamentador de aviação do governo e pelos fabricantes de sistemas e componentes das aeronaves. A mesma depende, dentre outros aspectos, do modelo do avião ou do tipo de operação realizada pela aeronave, com a finalidade de comprovar e garantir seu estado geral. A frequência com que deve ser feita pode variar, por exemplo, em prazos periódicos ou a cada quantidade definida de horas de voo. Além disso, as instruções do fabricante da aeronave e de seus sistemas e componentes devem ser consultadas quando do estabelecimento da periodicidade. De uma forma teórica, todos esses cuidados e regulamentos mostram-se eficientes do ponto de vista do controle técnico da manutenção (DAC, 1996).

O objetivo dessas checagens, comumente chamadas de “*checks*” é realizar tanto a manutenção de rotina (prevista) quanto a de não rotina (pesquisa de panes e desvios de funcionamento), que incluem (GRAMOPADHYE et al., 2003):

- 1) Agendamento dos reparos de problemas já conhecidos;
- 2) Troca programada de itens após certo número de horas de voo, de ciclos pousos e decolagens e de um calendário planejado;
- 3) Reparo dos defeitos previamente identificados através de relatórios feitos pelos pilotos e tripulação, pelos inspetores de manutenção ou itens registrados em manutenção anterior;
- 4) Reparo de itens planejados.

Existem três níveis diferentes onde o trabalho de manutenção pode ocorrer (DAC, 1996):

A Manutenção de linha (Line maintenance): é feita por profissionais da companhia aérea toda vez que ocorre a aterrissagem do avião e corresponde às atividades realizadas no local de estacionamento junto à aeronave. Consiste de uma inspeção basicamente visual que procura identificar as condições dos principais sistemas e componentes da aeronave. O profissional envolvido nesse nível de manutenção deve possuir um conhecimento amplo de todas as especialidades envolvidas para o funcionamento seguro e adequado da aeronave. Essa etapa é um dos momentos de fundamental interação entre a manutenção e os comandantes e tripulação da aeronave, a qual envolve decisões estratégicas do ponto de vista técnico, econômico e de segurança. Após a inspeção de linha, a aeronave poderá ser liberada ou não para a próxima decolagem, ou então serão necessários reparos e ajustes que provavelmente retardarão toda a programação prevista de voos.

A Manutenção Intermediária (Intermediate maintenance): envolve atividades de inspeção e reparo de componentes de complexidade baixa e média, realizadas em oficinas dentro de hangares e utiliza ferramentas, equipamentos e gabaritos de apoio especiais.

A Manutenção Profunda (Overhaul maintenance): corresponde as atividades de manutenção realizadas em hangares durante um maior período de tempo de parada, envolvendo tarefas de inspeção, desmontagem e montagem de grandes segmentos e, em certos casos, a desmontagem de toda a aeronave, requerendo o uso de um grande número de ferramentas, equipamentos de apoio especiais, gabaritos e tecnologias, envolvendo grande aplicação de investimentos e tempo.

Todas as modalidades de manutenção são realizadas com o objetivo de manter a aeronavegabilidade da aeronave, dessa forma, o conceito de

aeronavegabilidade continuada é essencial para o trabalho de manutenção e inspeção. Ela está relacionada à condição de segurança de uma aeronave, a qual contempla todos os processos e atividades que visam a assegurar que, em qualquer instante de sua fase operacional, a aeronave (COSTA, 2004):

- 1) Esteja em conformidade com os requisitos de projeto pertinentes e homologados ou, no caso de haver modificações, que estas tenham sido comprovadamente analisadas e certificadas pela autoridade aeronáutica competente;
- 2) Tenha devidamente cumpridas as “diretrizes de aeronavegabilidade” (DA), as quais são determinações técnicas emitidas pela autoridade aeronáutica através de documentos de caráter mandatório;
- 3) Esteja com a manutenção dentro do prazo e não apresente qualquer pendência que comprometa sua segurança.

O profissional técnico de maior importância na manutenção de aeronaves, segundo o Departamento de Aviação Civil (DAC, 2005), é aquele responsável por aprovar e liberar o produto aeronáutico para o retorno ao serviço, declarando a sua aeronavegabilidade quanto aos procedimentos realizados.

No Brasil, esse profissional é o inspetor designado dentro de uma organização de manutenção (empresa aérea ou empresa de manutenção). Os seguintes itens são necessários para que o mecânico de manutenção aeronáutica seja considerado inspetor:

- a) Quatro anos de experiência após a emissão da Licença;
- b) A conclusão de curso de um produto aeronáutico ou de um sistema do mesmo, conforme aplicável, realizado em local regularmente habilitado ou aceito pelo órgão de aviação competente;
- c) Habilitação em pelo menos um dos grupos: motopropulsor, aviônicos ou de célula.

Além disso, o mecânico de manutenção aeronáutica deve possuir "vínculo empregatício" com a empresa e somente pode exercer a função de inspetor se tiver sido designado como tal pelo Diretor de Manutenção ou pelo Chefe de Manutenção, conforme aplicável, no caso de empresas aéreas (DAC, 2005).

O inspetor designado deve ser responsável pelas principais atividades de manutenção, como:

- 1) Análise, execução, supervisão e acompanhamento dos serviços de boletins de serviços e das diretrizes de aeronavegabilidade relacionadas a aeronave;
- 2) Recebimento de todo os materiais e componentes que dão entrada na empresa para a execução de um serviço de manutenção ou para o estoque, seguindo o procedimento específico para essa tarefa presente no Manual de Procedimentos de Inspeção (MPI) da organização;
- 3) Análise da caderneta da aeronave, a qual possui todos os registros de manutenção feitos anteriormente para se definir quais as manutenções estão vencidas ou estão pendentes. Para isto, devem ser analisadas todas as Diretrizes de Aeronavegabilidade aplicáveis, averiguando se todos os componentes que devem ser controlados estão dentro do prazo de validade e com o devido controle necessário;
- 4) Inspeção das atividades de manutenção, como substituições e reparos, que diferente de uma tarefa de inspeção, não pode ser concluída somente por um mecânico, sendo necessária a aprovação pelo inspetor;
- 5) Aprovação de uma aeronave para o retorno ao serviço após manutenção somente quando a atividade executada (exceto a Inspeção Anual de Manutenção – IAM) possui o fechamento das fichas de inspeções (*task cards*), das cadernetas e da Ordem de Serviço, garantindo a correta execução dos serviços realizados, ou seja, que todas as tarefas de manutenção foram cumpridas, todas as discrepâncias foram reparadas, todos os registros foram feitos e

assinados de forma legível, retratando o que foi feito dentro da legislação de aviação civil pertinente.

A inspeção na manutenção aeronáutica ocorre em situações de voo normais e também em ocasiões específicas, como em decorrência de pousos com excesso de peso ou com grande impacto ao solo (pouso duro), após choques com objetos ou animais durante o voo ou turbulência severa. Na ocorrência de qualquer destas situações, deverão ser notados procedimentos especiais de inspeção, encontrados nos manuais dos fabricantes, com a finalidade de verificar se houve qualquer dano à estrutura do avião ou de algum de seus sistemas e componentes (DAC, 1996).

Como as inspeções são exames essencialmente visuais, uma das preocupações acerca dessa atividade se deve ao fato de que a mesma depende diretamente da capacidade do inspetor em determinar a condição de um componente ou de uma aeronave (BEARD; AHUMADA Jr., 2003). Dessa maneira, a inspeção de um avião pode se estender desde uma simples caminhada em volta do equipamento até um exame mais detalhado, compreendendo desmontagem e utilização de complexos instrumentos de auxílios à tarefa de inspeção (DAC, 1996).

Além disso, são também importantes outros fatores cognitivos, como atenção, a experiência e a memória, além de algumas habilidades físicas, já que os inspetores realizam considerável quantidade de caminhadas, de movimentos de abaixar e levantar e de se curvar e rastejar em ambientes espacialmente limitados. Nesse contexto, os inspetores são profissionais qualificados para fazer julgamentos sobre as condições da aeronave em geral e dos seus componentes, com ou sem instrumentos ópticos auxiliares, procurando localizar e especificar as discrepâncias presentes na aeronave (NAKAGAWARA et al., 2003).

A atividade geral de inspeção de aeronaves, sendo componente fundamental da rotina de manutenção é, apesar de ser altamente monitorada e controlada, geralmente indicada na literatura como um dos fatores que mais necessita de desenvolvimento e aperfeiçoamento, já que tem sido amplamente

ligada a causa de diversos erros e acidentes na tarefa de manutenção aeronáutica (GRAMOPADHYE et al., 2003).

Um procedimento de inspeção é realizado para manter o avião na melhor condição possível de voo e compreende diversos processos planejados para atender às reclamações feitas pela tripulação, pelo inspetor da aeronave e também às inspeções regularmente programadas para o avião, sendo as inspeções gerais e periódicas consideradas a base para um bom programa de manutenção. Por outro lado, a ocorrência de uma inspeção irregular, deficiente ou ocasional resultará com certeza na deterioração gradual ou até completa de uma aeronave.

As inspeções regularmente planejadas e a manutenção preventiva asseguram condições de voo satisfatórias e, portanto, quanto mais cedo forem identificados e corrigidos pequenos desvios ou desgastes dos equipamentos, menores serão as chances de falhas operacionais e de defeitos dos equipamentos.

O fracasso em identificar corrosões, fendas, rachaduras ou incrustações detectáveis visualmente são as causas prováveis de diversos acidentes de aviação. Por conta disso, a inspeção visual pode ou não contar com recursos auxiliares para a realização de verificações simples quanto inspeções mais complexas, de difícil acesso, como por exemplo: turbinas, que utilizam recursos de imagem altamente sofisticados tais como boroscópios, aparelhos ultrassônicos e de raios-x (GOOD et al., 2003). Contudo, os autores ressaltam que cerca de 80% das inspeções visuais realizadas em grandes empresas de aviação são consideradas simples, e esse valor pode ser ainda maior em empresas de porte reduzido.

Alguns recursos de apoio são necessários para a execução das técnicas de manutenção e inspeção aeronáutica, como equipamentos de solo e equipamentos para a movimentação da aeronave. Para o manuseio dos mesmos, em atendimento aos serviços envolvendo aeronaves complexas e de elevado valor financeiro, é necessária a presença de técnicos de manutenção com elevado conhecimento dos procedimentos e atividades utilizadas na inspeção, nos reparos de sistemas e componentes, na movimentação de

aeronaves, nos ensaios e testes de verificação e no uso de equipamentos auxiliares (DAC, 1996).

Além das habilidades de alta especificidade descritas, o trabalho na manutenção e inspeção aeronáutica envolve a frequente utilização de materiais tóxicos e inflamáveis, exposição a vapores, gases e ruídos e, muitas vezes, uma intensa carga física no desempenho de determinadas tarefas.

7. ACIDENTES E INCIDENTES NA MANUTENÇÃO AERONÁUTICA

As atividades dos mecânicos de manutenção aeronáutica desempenham papel fundamental para a sustentação do sistema aéreo, pois o objetivo de suas tarefas é manter a frota de aeronaves em condições plenas de aeronavegabilidade.

Considerando influências financeiras e econômicas cada vez mais atuantes, as quais requerem o aumento da disponibilidade das aeronaves em operação e redução dos períodos de paradas destinadas à manutenção, o profissional dessa área acaba exposto a um ambiente de pressão e a condições de trabalho muitas vezes estressantes (CAA, 2009).

Colaborando com esse aspecto, existe a influência da evolução dos equipamentos aeronáuticos, pois os aviões recentes agregam sistemas tecnológicos, principalmente partes estruturais feitas de novos materiais do tipo compósito e sistemas eletrônicos e de informática cada vez mais sofisticados e complexos, elevando a necessidade de atualização em termos de treinamento e modificando também o perfil desses profissionais.

A presença de aeronaves modernas, contendo sistemas avançados, convivendo com aeronaves mais antigas, de sistemas tecnológicos de gerações anteriores, desafia crescentemente a capacitação dos profissionais desse ramo e, conseqüentemente, a prática das tarefas de manutenção aeronáutica dentro de níveis aceitáveis de segurança (CAA, 2009).

Nos últimos anos, o número de incidentes e acidentes mundiais relacionados à manutenção aeronáutica tem aumentado. Na primeira metade da década de 1980, houve 17 acidentes e incidentes causados diretamente pela manutenção. Na segunda metade da década de 1980, o número de acidentes com a mesma causa foi de 28 (um aumento de 65%). Durante esse período, o tráfego aéreo aumentou apenas 22%.

Nos três primeiros anos da década de 1990, foram registrados 25 acidentes envolvendo causas relacionadas à manutenção aeronáutica, correspondendo a um aumento de quase 100% quando comparado à década anterior. Nesse período, o tráfego aéreo aumentou 45% (TECHLOG, 1993).

No Brasil, dentre os vários fatores contribuintes na aviação geral para acidentes aéreos no período de 2000 a 2009 (Figura 7.1), a incidência da manutenção aeronáutica nos mesmos representou um total de 23% (CENIPA, 2010c).

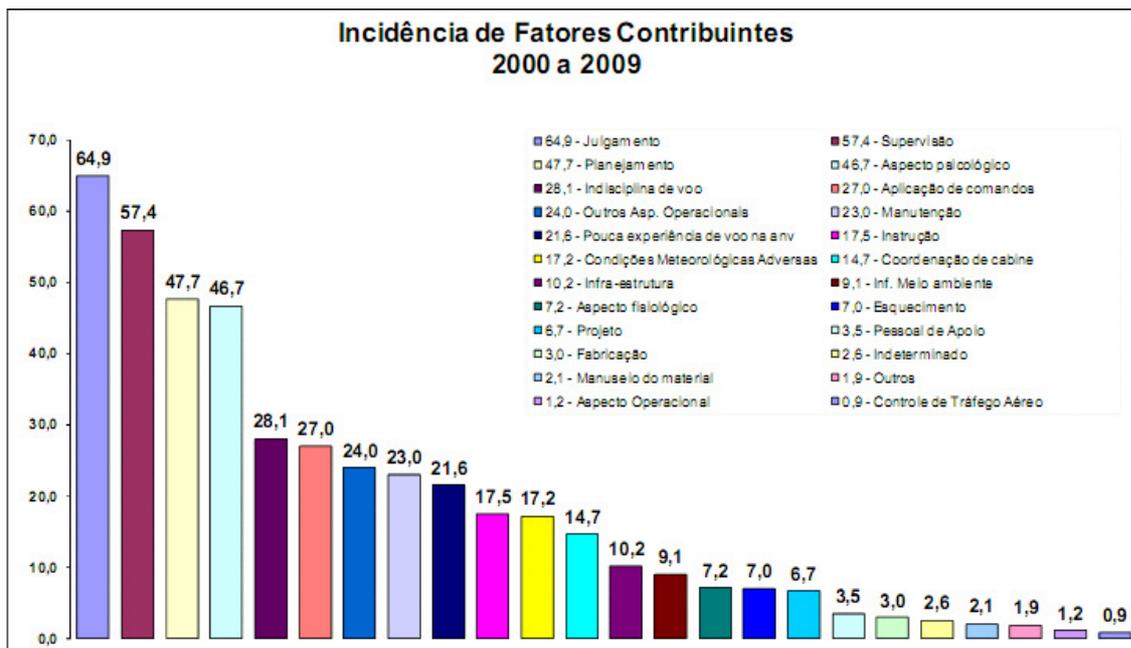


FIGURA 7.1: Incidência de fatores contribuintes nos acidentes aéreos brasileiros da aviação geral entre 2000 e 2009

Fonte: CENIPA, 2010c.

7.1. Exemplos de acidentes causados por manutenção aeronáutica

Os eventos envolvendo acidentes na aviação representam importante fonte de evidências para a coleta de informações e dados a serem empregados na prevenção de novos desastres. A investigação dos acidentes descritos a seguir foi de grande importância para o entendimento e verificação da contribuição dos fatores humanos na manutenção aeronáutica. Através do levantamento das causas básicas desses acidentes, a comunidade aeronáutica despertou para a necessidade de uma melhor compreensão dos aspectos envolvidos em relação aos elementos humanos e sua influência na segurança da aviação (ICAO, 2001b).

São apresentados quatro casos de acidentes na aviação causados por fatores humanos na manutenção aeronáutica:

7.1.1. Caso: Eastern Airlines L-1011, 1983 (ATSB, 2008)

A aeronave Lockheed L-1011 com 10 tripulantes e 162 passageiros a bordo voava de Miami, E.U.A. para Nassau, Bahamas, quando, durante a descida no aeroporto de Nassau, a luz indicativa de baixa pressão de óleo do motor acendeu. Logo em seguida, o motor central deixou de funcionar e o comandante decidiu retornar a Miami com os outros dois motores restantes. Enquanto em rota para Miami, as luzes indicativas de óleo de baixa pressão para os outros dois motores laterais também acenderam. Em seguida, 15 minutos após o motor central ter se desligado, o motor direito incendiou-se.

Cinco minutos depois, enquanto a tripulação de voo estava tentando reiniciar o motor central, o motor esquerdo também foi tomado por chamas. Nesse ponto, a aeronave começou uma descida sem potência de 13.000 pés (3962 metros) e os passageiros foram instruídos a vestirem coletes salva-vidas para um eventual pouso na água.

A cerca de 4.000 pés, a tripulação conseguiu reiniciar o motor central e a aeronave fez o pouso com um único motor em Miami após 30 minutos do primeiro sinal de emergência. Não houve lesões aos ocupantes.

O inquérito revelou que, em todos os três motores, os componentes descritos como detectores magnéticos de chip tinham sido instalados sem os anéis de vedação, conhecido como "*O rings*". Isso permitiu o vazamento de óleo dos motores durante o voo. A Figura 7.2 mostra uma representação do sistema do detector magnético de chip no motor da aeronave:

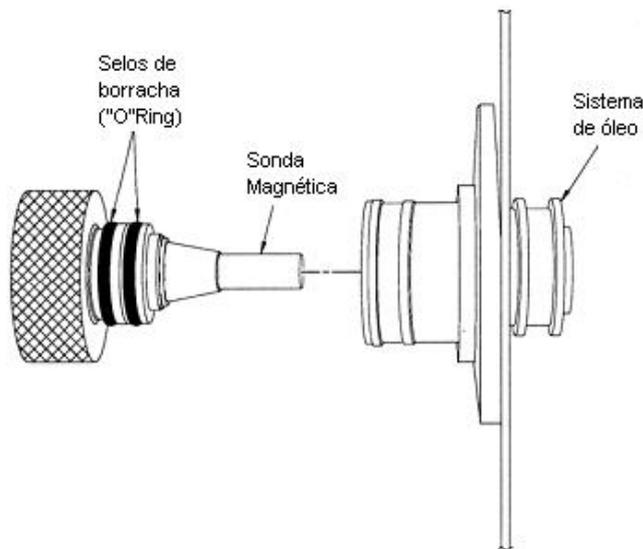


FIGURA 7.2: Sistema do detector magnético de chip e seu acoplador

Fonte: ATSB, 2008.

Embora os problemas de motor fossem claramente o resultado de erros de manutenção, a investigação desse acidente descobriu profundas questões organizacionais envolvidas.

Dezoito meses antes dessa ocorrência, a companhia tinha começado uma prática de remoção e fiscalização dos detectores magnéticos de chip (DMCs) em intervalos de 22 horas, sempre que as aeronaves pernoitassem em uma estação de manutenção da empresa aérea Eastern Airlines.

Cada DMC removido era então inspecionado quanto à presença de partículas de metal, as quais seriam um aviso prévio de possíveis falhas no motor. Desde que essa recomendação foi iniciada, mais de 100.000 DMCs foram inspecionados pelo pessoal de manutenção. Estima-se que cada engenheiro de manutenção de linha tenha realizado, pelo menos, 100 vezes essa tarefa.

Outras grandes companhias aéreas dos EUA, que também realizavam esse serviço, decidiram deixar os anéis de vedação em cada detector de chip, a menos que eles tivessem com danos ou desgastados. A Eastern Airlines, no entanto, decidiu instalar novos anéis de vedação cada vez que os DMCs fossem substituídos.

A 01h30min da manhã do acidente, dois engenheiros mecânicos foram designados para cumprir a tarefa de rotina na troca de todos DMCs dos três motores da aeronave. Anteriormente, os DMCs sempre haviam sido obtidos no escritório do supervisor, assim, um dos engenheiros foi até o escritório do mesmo para pegá-los. Nesta ocasião, no entanto, não havia DMCs disponíveis no escritório do chefe, então ele foi para a sala do estoque e obteve três DMCs. Cada um estava dentro de um saco semi-transparente com uma etiqueta de manutenção em anexo.

Este engenheiro, em seguida, substituiu os DMCs dos motores da asa usando os faróis de um rebocador para fornecer a iluminação necessária. Para substituir cada DMC, ele tinha que avançar cerca de 12 centímetros pelo interior da porta de serviço de óleo do motor, o que causava a perda do contato visual direto da atividade.

Dessa forma, ele executou a substituição totalmente através do tato e não se atentou para a verificação da presença dos anéis de vedação, assumindo que cada DMC já continha o anel, dado que os mesmos possuíam uma etiqueta de manutenção e também porque, na sua experiência, os DMCs sempre vinham equipados com anéis de vedação.

O segundo engenheiro, também sabendo que os DMCs continham etiquetas de manutenção, assumiu que eles estavam prontos para serem instalados e, através do uso de uma empilhadeira para chegar à cauda do motor central, realizou a troca do DMCs

Após a substituição dos componentes, foi dada a partida nos três motores por cerca de 10 segundos para verificação da existência de vazamentos de óleo. Este procedimento de verificação padrão não revelou quaisquer vazamentos.

O voo do acidente não foi a primeira vez que a companhia tinha tido problemas com a instalação de DMCs. Durante um período de 20 meses antes do acidente, houve 12 incidentes envolvendo desligamentos do motor em voo e pousos não programados devido a problemas com os anéis de vedação dos detectores magnéticos de chip. Segundo relato da agência americana "*National Transportation Safety Board*" (NTSB, 1984, p.32): "*Em cada incidente... a*

gestão da empresa aérea investigou as circunstâncias e concluiu que o problema foi com os mecânicos (engenheiros) e não com o procedimento de manutenção". Ao invés de abordar os problemas do sistema amplamente, como procedimentos fracos e normas em situação irregular, a análise dos incidentes resultaram apenas em ações disciplinares individuais e treinamentos.

Esse acidente destacou o potencial da manutenção preventiva em introduzir riscos e também evidenciou como um único erro pode se repetir em diferentes ocasiões caso o elemento da causa-raiz não seja tratado.

7.1.2. Caso: Aloha Airlines Boeing 737, 1988 (NTSB, 1989)

Em 28 de abril de 1988, a aeronave Boeing 737 200, N73711, do voo 243, operado pela Aloha Airlines, teve uma descompressão explosiva a 24 mil pés (7315 metros) de altitude enquanto estava a caminho de Honolulu, Havaí. Aproximadamente 18 metros de fuselagem da cabine de passageiros, visualizados através da Figura 7.3, foram separados do avião no acidente.

Durante a descompressão, um assistente da tripulação foi tragado para fora da aeronave e presumiu-se ter sido mortalmente ferido, outros sete passageiros e um atendente sofreram ferimentos graves. No total, havia 89 passageiros e 6 tripulantes a bordo. Após o ocorrido, a tripulação executou uma descida e pouso de emergência no aeroporto de Kahului, na Ilha de Maui.

A agência americana NTSB (National Transportation Safety Board) emitiu um relatório de investigação determinando que a causa provável do acidente foi a falha do programa de manutenção da Aloha Airlines em detectar a presença de descolamento significativo e danos por fadiga da junção de placas da posição "S-10L", a qual levou a quebra da mesma e separação do lóbulo superior da fuselagem (NTSB, 1989).

Os fatores contribuintes identificados para o acidente foram:

- A falta de gestão da Aloha Airlines para supervisionar adequadamente a sua força de manutenção;
- A falha do órgão americano de aviação FAA “Federal Aviation Administration” em verificar adequadamente o programa de manutenção da Aloha Airlines;
- As deficiências do controle de qualidade da companhia aérea e fracasso da FAA para exigir a execução das inspeções de todas as juntas de sobreposição, conforme Diretriz de Aeronavegabilidade 87-21-08 proposta pelo fabricante da aeronave através do Boletim de Serviço de Alerta;
- A falta de uma ação completa e terminativa (não gerada pela Boeing, nem exigida pelo FAA) logo após a descoberta de problemas de produção no início da fabricação do avião B-737.

As questões de segurança apontadas pelo relatório emitido pela NTSB incluem:

- A qualidade dos programas de manutenção das companhias aéreas e da vigilância desses programas pelo FAA;
- O projeto de engenharia, certificação e aeronavegabilidade continuada do B-737, com especial ênfase as múltiplas rachaduras por fadiga nas juntas de sobreposição da fuselagem;
- Os aspectos de fatores humanos na manutenção e inspeção aeronáutica das companhias aéreas para a

aeronavegabilidade continuada das aeronaves comerciais, de modo a incluir procedimentos de reparos e treinamento, certificação e qualificação de mecânicos e inspetores.

Recomendações sobre essas questões foram endereçadas ao órgão federal americano de aviação FAA, à empresa operadora da aeronave Aloha Airlines e à associação de transportes aéreos “*Air Transport Association*”.



FIGURA 7.3: Aeronave da Aloha Airlines 737 após pouso de emergência

Fonte: HONOLULU ADVERTISER, 2001.

7.1.3. Caso: British Airways BAC-111, 1990 (ATSB, 2008)

Em Junho de 1990, próximo a Didcot (Oxfordshire, Inglaterra) o para-brisa de um jato da empresa aérea British Airways explodiu enquanto o avião subia para sua altitude de cruzeiro. O piloto foi ejetado parcialmente através da janela aberta.

Durante a noite anterior, o para-brisa tinha sido instalado por um gerente de manutenção, pois o turno noturno estava com falta de pessoal e o próprio gerente estava tentando ajudar a executar o trabalho. Ele não verificou cuidadosamente o manual de manutenção antes de executar a tarefa e não

consultou o catálogo ilustrado de peças para confirmar o tipo de parafuso necessário para manter o para-brisa no corpo do avião. O mesmo selecionou os parafusos tentando associá-los fisicamente contra um parafuso antigo que tinha sido montado no local, assumindo que o parafuso antigo era do tipo correto. Ele também ignorou o conselho de um supervisor do almoxarifado que tentou dizer-lhe a especificação correta do parafuso. No caso, a maioria dos parafusos que ele usou para instalar o para-brisa foram de aproximadamente 0,026 polegadas (0,66 mm) menor em diâmetro do que os parafusos necessários.

No entanto, os erros do gerente não ocorreram de forma isolada. A plataforma móvel criada para alcançar o local da atividade não permitiu o fácil acesso ao para-brisa e ele teve de se esticar para instalar os parafusos, gerando uma visão limitada de sua atividade. Em parte, como resultado disto, ele não notou a quantidade excessiva de folga entre as pequenas cabeças dos parafusos e a área escareada (parafuso 8 UNC da Figura 7.4). Para apertar os mesmos, ele usou uma chave de fenda com controle de torque, mas os “cliques” (sinais sonoros da ferramenta que avisam o atendimento do torque correto) foram obtidos pelo deslizamento da rosca do parafuso nas porcas de ancoragem, não pelo mecanismo limitador de torque da chave de fenda. Outro ponto que contribuiu para a criticidade da operação foi a inexistência no manual de manutenção de um teste posterior de pressão ou de alguma forma de dupla inspeção.

Algumas das questões destacadas pela investigação desse acidente foram:

- Forma de armazenamento de peças deficiente;
- Falta de suporte no turno noturno;
- Baixo nível de efetivo da empresa;
- Falta de envolvimento e alinhamento dos supervisores no acompanhamento dos trabalhos de manutenção.

O acidente ocorrido com a British Airways destacou que apenas um único erro de manutenção pode comprometer a segurança de uma aeronave.

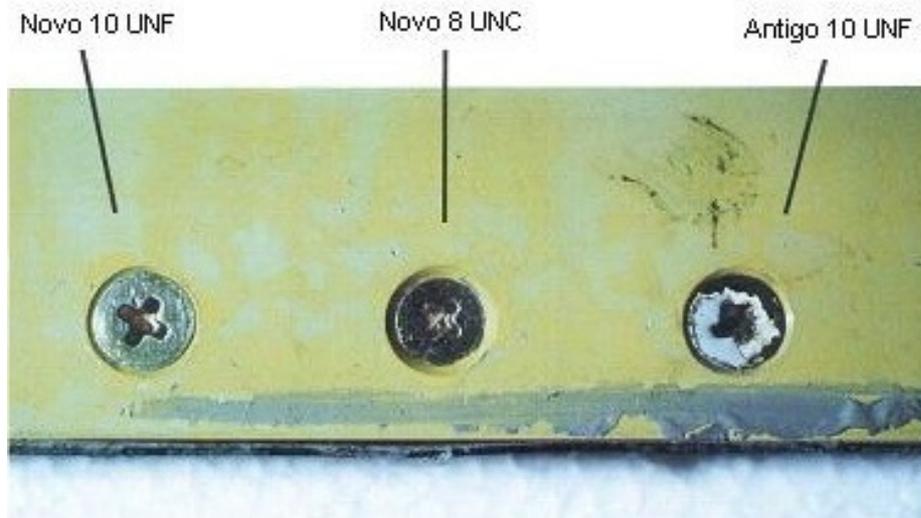


FIGURA 7.4: Comparação do diâmetro da cabeça dos parafusos dentro da área escureada

Fonte: AAIB, 1989, p.19.

Legenda: UNF: *Unified Fine* - UNC: *Unified Coarsed*

7.1.4. Caso: Embraer EMB120 Brasília, 1991 (NTSB, 1992)

Em 11 de setembro de 1991, a aeronave EMB 120 Brasília N33701 teve falha estrutural em voo quando se aproximava de Houston (Texas, EUA), a 11.800 pés (3596 metros) de altitude. Nesse momento, a ponta do estabilizador horizontal esquerdo separou-se do avião. Como resultado da perturbação aerodinâmica, a aeronave lançou-se para baixo e para cima, partindo-se durante o voo. Todas as 14 pessoas a bordo foram fatalmente feridas.

A aeronave tinha passado por manutenção na noite anterior ao acidente e o trabalho realizado sobre a cauda em “T” da aeronave envolveu a remoção de parafusos da parte superior e inferior em ambos os lados da cauda. Essa atividade tinha sido parcialmente concluída quando houve uma mudança de turno.

Os mecânicos do turno posterior não estavam cientes sobre a remoção dos parafusos na superfície superior do estabilizador horizontal, enquanto que os parafusos da parte inferior da superfície tinham sido deixados no local. Eles concluíram o serviço apenas com os parafusos da parte inferior e o documento relativo à atividade foi assinado e aprovado sem que os parafusos da parte superior fossem instalados. No dia posterior, durante o período da manhã, foi realizado o “*check*” de pré-voo pela tripulação e a mesma não teria sido capaz de enxergar a falta dos parafusos de fixação na superfície superior do estabilizador horizontal.

A investigação da NTSB “*National Transportation Safety Board*” (NTSB, 1992) determinou que a causa provável do acidente foi a falha de manutenção da empresa Continental Express e do pessoal de inspeção em aderir aos procedimentos de manutenção e inspeção adequados relativos a proteção de degelo do estabilizador horizontal da aeronave, o qual levou à súbita perda do controle em voo.

Os fatores contribuintes para a causa do acidente foram:

- A falha de gestão da Continental Express para garantir o cumprimento dos procedimentos de manutenção aprovados.
- Falta de vigilância da FAA “*Federal Aviation Administration*” para detectar e verificar a conformidade dos procedimentos aprovados.

8. GERENCIAMENTO DE FATORES HUMANOS NA MANUTENÇÃO AERONÁUTICA

Com a aceitação da comunidade aeronáutica sobre a evolução dos conceitos de fatores humanos na aviação, os quais enfatizam atualmente o papel organizacional para a prevenção de acidentes, os centros de manutenção e órgãos reguladores aéreos iniciaram várias medidas para implantar e integrar práticas ligadas a fatores humanos com os processos e atividades desenvolvidas dentro das empresas. Os resultados dessa busca levaram a criação do conceito de gestão dos recursos de manutenção, chamado MRM (*Maintenance Resource Management*) e de suas variações.

O MRM tem como objetivo a adoção de atitudes pró-ativas para o fortalecimento da cultura de segurança nas organizações de manutenção aeronáutica, estabelecendo processos para a melhoria da comunicação e efetividade das operações de manutenção.

O presente capítulo aborda a evolução dessas ações e busca construir um panorama sobre os principais sistemas e práticas adotadas pelos centros de manutenção aeronáutica e pelos principais órgãos de regulamentação da aviação dentro dos conceitos do MRM.

8.1. CRM – “Crew Resource Management”

Desde 1980, a aplicação social e organizacional da psicologia, sociologia do trabalho e antropologia na manutenção aeronáutica tem aumentado dramaticamente. Coletivamente chamados de gestão dos recursos de manutenção ou MRM (*Maintenance Resource Management*), esta aplicação das ciências comportamentais e sociais vem se destacando cada vez mais no campo da manutenção aeronáutica (TAYLOR, 2003). Porém, antes da aplicação dos fatores humanos nessa área, outra filosofia havia sido criada para tratar os problemas associados ao erro humano na aviação. Chamada de gerenciamento dos recursos da tripulação CRM (*Crew Resource Management*), essa filosofia envolvia os elementos pertencentes às atividades da cabine da aeronave, representados por pilotos e os demais membros da tripulação e

serviu como base para o nascimento do MRM no campo da manutenção aeronáutica.

O treinamento CRM passou a ser um dos elementos fundamentais de uma estratégia organizacional das companhias aéreas para minimizar riscos e gerenciar o erro humano (HELMREICH et al., 2001). O CRM, segundo Melo (2004), é definido de maneira geral como uma filosofia operacional que serve de ferramenta para ser usada em situações normais e anormais de forma a melhorar o trabalho em equipe e elevar os níveis de segurança do voo e da atividade aérea. Nesse caso, o CRM também é uma matéria multidisciplinar que envolve aspectos da Medicina, da Psicologia, da Antropologia, da Sociologia, entre outras áreas, cuja missão principal é conscientizar todos os funcionários sobre o papel que desempenham em relação à segurança de voo, mesmo não sendo tripulantes, pois todas as decisões tomadas em terra poderão influenciar no desempenho da tripulação. De maneira geral, no treinamento CRM busca-se promover a (MELO, 2004):

- a) Capacidade dos tripulantes e demais membros envolvidos em utilizar de forma correta todos os recursos disponíveis (informações, tempo, equipamentos e pessoas) de forma a obter mais segurança e otimização da operação aérea;
- b) Habilidade do indivíduo para trazer para o cotidiano do mundo operacional os conceitos de CRM, utilizando-os de forma prática através do treinamento teórico e comportamental recebido, interagindo com a sua equipe, criando um ambiente propício à manifestação da assertividade e fluidez das informações.

Na aviação, os programas de treinamento para tripulação desenvolveram-se ao longo de três décadas, incluindo conhecimentos básicos acerca dos fatores humanos e das limitações humanas, técnicas apropriadas acerca de conceitos de liderança, instruções corporativas para garantir a preocupação com segurança frente às hierarquias da organização e frente a conflitos interpessoais, e, finalmente, a mudança de um comportamento autocrático e

individualista de comandar a aeronave para um estilo mais direcionado ao trabalho em equipe, com interdependência mútua e compartilhamento da responsabilidade (MUSSON; HELMREICH, 2004).

Alguns elementos que surgiram desses treinamentos, segundo esses autores, são particularmente relevantes:

- O conceito de “*briefing*” – sumário das ações planejadas pelo indivíduo responsável antes de iniciar a atividade (e.g., plano de voo, más condições meteorológicas, perspectiva de atraso, normas de conduta e papéis específicos dos membros da tripulação), com a finalidade de alertar para os aspectos de segurança envolvidos. Essa comunicação permite que todos os envolvidos na tarefa saibam antecipar as necessidades de cada um de maneira específica e compreendam seu próprio papel no que está por acontecer.
- Comportamento assertivo – consiste num treinamento especial para a tripulação confrontar, de maneira aceitável, as ações de outros membros da equipe, visando garantir a segurança durante uma emergência. No treinamento fica demonstrado que esse comportamento não significa insubordinação ou ataque pessoal, caracterizando-se por uma habilidade necessária numa equipe integrada e responsável.
- Monitoramento dos membros da equipe – a aplicação de comportamentos onde existe a observância dos membros do grupo em ações críticas à segurança (verificação da entrada do piloto automático, revisão dos ajustes na configuração da aeronave realizados por algum membro, confirmação da comunicação entre a tripulação e os controladores de tráfego aéreo). Essas averiguações são altamente formalizadas e requerem ações de membros específicos da tripulação e são prescritas pelos manuais de procedimentos padrão – Standard Operating Procedures (SOPs) e também pelos manuais de operação de voo.

Nos treinamentos em CRM, os pilotos, geralmente, são informados acerca dos possíveis efeitos da fadiga no desempenho cognitivo e de seu efeito na probabilidade de levar ao erro, ou sobre como as ansiedades e preocupações relacionadas a doenças na família, desentendimentos conjugais podem operar como um risco (capaz de gerar um “lapso” indesejável) durante um voo longo e monótono (MUSSON; HELMREICH, 2004). Dessa maneira, tornou-se frequente discutir durante o *briefing* de pré-voo a redução potencial do desempenho humano como mais um componente da segurança de voo, assim como as condições climáticas, a quantidade de combustível necessária e considerações de solo e pista.

Os programas de CRM são desenvolvidos em organizações específicas e estão diretamente associados a programas regulares de treinamento. Atualmente, esses programas, além do aprendizado teórico-didático, também são praticados em simuladores de alta fidelidade. Os pilotos recebem *feedback* sobre suas habilidades técnicas e sobre sua capacidade de tomada de decisão, assim como do gerenciamento da equipe e da utilização de recursos.

O início das atividades de CRM, nos EUA, situa-se num workshop realizado em 1979 e denominado *Resource Management on the Flightdeck*, patrocinado pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), que representou o nascimento das pesquisas da NASA acerca das causas dos acidentes aeronáuticos. O trabalho apresentado identificou que, na maior parte dos acidentes, os erros humanos eram causados geralmente por falhas na comunicação interpessoal, de liderança e de tomada de decisão (HELMREICH; MERRITT e WILHELM, 1999).

Durante esse período, o termo “*Cockpit Resource Management*” era utilizado em função de sua aplicação nos processos de treinamento das equipes para a redução direcionada do “erro do piloto”. Após esse evento, as companhias aéreas consideraram desenvolver novos programas de treinamento com o objetivo de aprimorar os aspectos interpessoais das operações na aviação. Desde então, os programas de treinamento em CRM foram adotados mundialmente.

8.1.1. Evolução do CRM – “Crew Resource Management”

Diversas mudanças importantes ocorreram em relação ao programa de CRM ao longo do tempo, as mesmas são denominadas “gerações” (MELO, 2004):

- **1ª Geração (1979 - 1985)** – focado principalmente na liderança e no processo decisório (comunicação interpessoal, tomada de decisão, falta/falha de liderança), nesse estágio, o CRM visava somente o grupo de pilotos (*cockpit resource management*). É considerado como uma revolução na história da aviação, pois a partir desse momento foram iniciadas as discussões sobre a importância do elemento humano e seu relacionamento com os demais colaboradores dentro de um ambiente altamente dinâmico e complexo.
- **2ª Geração (1986 – 1990)** – nessa etapa, os cursos CRM passaram a contemplar toda a tripulação (comissários e pilotos), passando a ser denominado *Crew Resource Management* a partir da introdução do conceito de *team* (equipe).
- **3ª Geração (1990)** – durante esse período procurou-se adequar os cursos à cultura dos diferentes países e organizações, além de integrar o CRM ao treinamento técnico (tanto em voo quanto em simuladores). O propósito continuou sendo os pilotos e em como os mesmos poderiam utilizar suas habilidades para obter uma maior interação entre a equipe.
- **4ª Geração (a partir de 1990)** – iniciou-se a implantação de novos modelos de treinamento como o LOFT (*Line Oriented Flight Training*), a avaliação de tripulações e a LOE (*Line Operation Evaluation*), além da criação de *checklists* particulares para a parte comportamental.

- **5ª Geração (meados da década de 90)** – Desenvolvido por Robert Helmreich, da Universidade do Texas e denominado EMCRM (*Error Management CRM*), esse conceito de gerenciamento de erros apresenta as seguintes características: consideração da cultura organizacional e da cultura do país, aceitação da existência do erro (independente da qualidade do treinamento e do desempenho usual do tripulante), estímulo do comportamento assertivo, reforça a prática de “*briefings*” em equipe de forma interativa, considera a influência do estresse e da fadiga sobre o comportamento, considera e dissemina a disciplina operacional (manuais e procedimentos), propõe tratamento diferenciado para erros e violações, estimula os relatórios confidenciais sobre erros, sugere a aplicação do LOFT como uma ferramenta para reforçar os conceitos de CRM. E procura o estabelecimento de uma relação de confiança mútua entre empresas e funcionários.
- **6ª Geração (a partir de 2000)** – ainda pouco utilizado, contempla todos os aspectos da geração anterior além de adicionar o seguinte: LOFT como complemento e aplicação prática dos conceitos EMCRM, LOSA – *Line Operating Safety Audits* que significa um estudo sobre as ameaças que podem atingir a segurança de voo e o surgimento do CRM como uma forma corporativa (*Company Resource Management*), a qual envolve todos os funcionários que trabalham na atividade aérea.

Considerando todas as etapas e gerações desenvolvidas, o CRM demonstrou grande evolução na tratativa de desvios relacionados ao comportamento humano na aviação. No entanto, alguns problemas permaneceram insolúveis e, até mesmo, com indicação crescente de suas ocorrências (HELMREICH; MERRIT, 2000). Problemas pontuais de acidentes e incidentes envolvendo fatores humanos não foram eliminados pela aplicação e prática dos conceitos de CRM.

Pode ser observado que, mesmo em equipes que receberam treinamento nessa ferramenta, alguns erros básicos continuam se repetindo. Esse fato indica que o reconhecimento das limitações na eficácia da mesma é necessário. Contudo, os autores citados acima afirmam que o CRM é um evento extremamente positivo na história da segurança da aviação, com grande contribuição para a execução de corretas decisões e atitudes da tripulação.

O foco inicial no trabalho do piloto foi ampliado e hoje as equipes de manutenção aeronáutica já participam de treinamentos e atividades específicas para a sua função, conhecidas conforme mencionado anteriormente de gerenciamento dos recursos de manutenção MRM (*Maintenance Resource Management*).

8.2. MRM – “Maintenance Resource Management”

A filosofia do MRM é baseada na filosofia do CRM, com ênfase na maneira de como as operações de manutenção difere das operações de voo. Nesse caso, o ambiente de trabalho dos funcionários de manutenção engloba uma grande variedade de tarefas com um grande número de pessoas. Portanto, em função de existir diferenças entre as tarefas de trabalho de uma área em relação à outra, o encaminhamento dos conceitos de erro humano, trabalho em equipe e segurança também são diferentes (FAA, 2000).

Alguns estudos demonstram que itens como: aspectos básicos de comunicação, coordenação de times e o interesse na avaliação do comportamento dos mesmos são compartilhados por ambas as filosofias. Porém, o MRM difere do CRM em relação a outros elementos relevantes como: público-alvo, o qual para o MRM corresponde a uma variedade maior de perfis profissionais (incluindo mecânicos, pessoal de apoio e gerenciamento) e objetivos, os quais são voltados a confiabilidade das operações técnicas, segurança ocupacional e aeronavegabilidade dos equipamentos (TAYLOR, 2003).

8.2.1. Evolução do MRM – “Maintenance Resource Management”

Como resultado de mais de uma década de implementação e esforço concentrado para avaliação contínua, aprendizagem e reformulação do programa, a natureza do MRM evoluiu da aplicação do treinamento de sensibilização de um ou dois dias para um programa completo que permanece em prática após a conclusão do treinamento. Além disso, os programas modernos se esforçam para mensurar as mudanças de comportamento da organização ao invés de simplesmente sensibilizar seus funcionários.

A seguir, são apresentadas as quatro gerações de MRM, conforme Taylor (2003):

- **1ª Geração (1980 - 1990)** – Nesse período, o modelo de MRM era inspirado no treinamento de CRM (*Cockpit Resource Management*), no qual o objetivo era melhorar as habilidades de comunicação e troca de informações. Os participantes eram encorajados a serem pró-ativos de uma maneira eficiente, onde qualquer fator que pudesse contribuir para desvios, erros, incidentes ou acidentes deveria ser comunicado de forma rápida e clara.
- **2ª Geração (1990 – 1995)** – Nessa fase, apareceram os primeiros treinamentos de MRM envolvendo aspectos humanos criados pelo órgão de aviação canadense TC (*Transport Canada*). Os cursos abordavam principalmente as 12 causas mais comuns associadas aos erros humanos na manutenção aeronáutica, as quais eram: falta de comunicação, complacência, falta de conhecimento, distração, falta de trabalho em equipe, fadiga, falta de recursos, pressão no ambiente de trabalho, falta de assertividade, estresse, falta de consciência e problemas com normas (DUPONT, 1997). Apesar da grande divulgação sobre as causas mencionadas, poucas ações efetivas foram realizadas

pelas organizações e o comportamento das mesmas continuou praticamente o mesmo em relação ao assunto.

- **3ª) Geração (1995 – 1999)** – Na metade da década de 1990, os esforços das organizações de manutenção aeronáutica se voltavam para a comunicação de problemas durante as atividades. Ações foram feitas no sentido de criar um canal de comunicação mais efetivo entre mecânicos e sua gestão para facilitar a colaboração no relato de erros durante as operações.
- **4ª) Geração (a partir de 1999)** – Iniciada em 1999, essa fase é caracterizada pela detecção de desvios nas operações de manutenção aeronáutica que possam causar erros, incidentes e acidentes. O objetivo é reduzir os erros humanos antes que os mesmos possam causar algum tipo de dano, através de ações pró-ativas. Esse tipo de comportamento, até então, era inédito.

8.3. MRM e os Fatores Humanos

A definição das práticas e dos processos atuais mais recomendados para a redução dos erros humanos nas atividades de manutenção de aeronaves não encontra um consenso claro e definitivo pela comunidade aeronáutica. Em virtude das diferentes necessidades e maturidades apresentadas pelos sistemas de aviação mundiais, além das diferenças entre as próprias empresas de manutenção, não existe um padrão único para o tratamento dos fatores humanos dentro das organizações de manutenção aeronáutica. Porém, através da comparação das principais normas e recomendações vigentes emitidas pelo órgão de aviação americano, inglês e da comunidade europeia, foram identificados alguns aspectos comuns.

Os próximos itens apresentam quatro aspectos comuns de fatores humanos pesquisados na literatura e que também foram mencionados durante a realização das entrevistas. Os mesmos foram definidos como de grande importância para a elaboração, implantação e fortalecimento de ações

responsáveis por aumentar a segurança no ambiente da manutenção aeronáutica.

8.3.1. Suporte da Alta Administração aos Fatores Humanos

Uma organização com uma boa cultura de segurança é aquela que tem conseguido com êxito institucionalizar a segurança como um valor fundamental da organização, com os funcionários de todos os níveis da organização compartilhando compromissos comuns para a segurança.

Um dos elementos-chave é o apoio efetivo dos níveis da alta direção da organização para a segurança. É necessário que ela demonstre seu compromisso em termos práticos, não apenas verbalmente ou apenas somente enquanto a segurança é um item que ainda não apresenta custos diretos (CAA, 2002a).

A equipe da alta gerência e direção deve apoiar as ações de segurança principalmente sempre que houver um conflito de interesses entre questões comerciais e as recomendações decorrentes do programa de fatores humanos. Esta é uma prova real do compromisso da gestão, podendo resultar no fracasso do programa se as questões comerciais forem vista com precedência sobre as questões de segurança (CAA, 2009). Embora seja claro que cada organização deva sempre buscar o retorno financeiro de suas operações, o equilíbrio tem que ser apropriado entre os objetivos comerciais e de segurança (REASON, 1997).

O comprometimento da organização em elaborar, por exemplo, relatórios de segurança e métodos para investigação de desvios são de grande importância, mas se tais ações não receberem recursos corretamente, ou se as recomendações de segurança não forem postas em prática, os resultados serão ineficazes. É importante considerar que o compromisso com a segurança é de longo prazo e que as iniciativas em relação à mesma podem ser os primeiros itens a serem cortados em termos de apoio financeiro quando a organização está à procura de redução de custos. O suporte da alta-administração da empresa tem papel fundamental na manutenção do equilíbrio

das necessidades de segurança em relação às diversas demandas financeiras e comerciais presentes no ambiente corporativo.

8.3.2. Gerenciamento de Erros Humanos

O sucesso de um programa de segurança depende de dois conceitos. Primeiro, a segurança da empresa e os objetivos da gestão de erros devem ser partes fundamentais da cultura corporativa. Em segundo lugar, a segurança das aeronaves, segurança do trabalho e o sucesso econômico não podem ser tratados como questões distintas.

É perceptível que a redução de erros aumenta a segurança, porém é importante considerar que a mesma também melhora o desempenho financeiro das organizações. Através da adoção desse tipo de filosofia, é criada uma cultura corporativa coesa, uma vez que todos os níveis da organização passam a aceitar o fato de que redução de erros na manutenção e o fator financeiro estão diretamente ligados.

Essa filosofia deve ser declarada por escrito e ser ativamente apoiada pelos líderes. Além disso, a mesma também será responsável por fomentar na organização o estabelecimento de uma política disciplinatória, a qual incentiva os funcionários a participarem do processo de investigação de erros humanos.

Independente das particularidades do sistema de gerenciamento de erros, é importante que o mesmo seja constituído da forma mais rápida possível para que as melhorias nos processos possam ter início.

Ao contrário de pilotos e controladores de voo, os quais trabalham diretamente com equipamentos e mecanismos de controle e monitoramento de dados durante o exercício de seus trabalhos, tais como gravadores de voz e gravadores de parâmetros de voo, os procedimentos executados por um mecânico aeronáutico dentro de um centro de manutenção remoto é dificilmente controlado e monitorado. Nesse caso, qualquer desvio cometido pode ficar encoberto por longos períodos, dificultando o levantamento dos fatores que desencadearam a sua ocorrência, a menos que o responsável resolva divulgar o fato (ASTB, 2008).

A criação de registros de desvios é um dos únicos meios para o centro de manutenção aeronáutica identificar seus problemas organizacionais. Porém, em muitas empresas, o relato e registro de desvios tende a ser desencorajador para os funcionários, pois o tratamento dado aos erros levantados freqüentemente é feito de maneira punitiva, inibindo a participação voluntária dos envolvidos. Em muitas companhias, mesmo ocorrências mais simples são punidas com a suspensão de salário por vários dias ou até mesmo com a demissão imediata do funcionário. Dados obtidos através de pesquisa realizada na Austrália, com mecânicos de manutenção, demonstrou que mais de 60% dos entrevistados tinham corrigido erros cometidos por outros colegas, sem que os mesmos fossem reportados. Esse comportamento foi justificado para que os responsáveis pelos desvios não sofressem algum tipo de punição (ASTB, 2008).

As filosofias atuais de controle de erro assumem que os indivíduos envolvidos não têm a intenção de provocar desvios. Os erros acontecem em situações onde os funcionários tentam trabalhar de maneira correta, porém fatores contribuintes no ambiente de trabalho aumentam a probabilidade da ocorrência de desvios (BOEING, 2001).

Segundo Sander e McCormick (1987), o erro humano pode ser definido como um comportamento ou ação indesejada que reduz ou tem o potencial de reduzir a efetividade, segurança ou desempenho de um sistema.

É importante diferenciar as ações ou comportamentos humanos não intencionais das ações intencionais que causam desvios durante as atividades de manutenção, as quais são chamadas de violações.

Os fatores contribuintes são descritos como condições que aumentam a probabilidade de ocorrência de erros, sendo caracterizados como aspectos que afetam negativamente a execução de tarefas por mecânicos e inspetores aeronáuticos. Os mesmos são divididos em dois tipos: diretos, onde os seus impactos na segurança das atividades podem ser percebidos instantaneamente e os indiretos, os quais são mais difíceis de serem detectados e podem permanecer ocultos por grande período de tempo.

Alguns exemplos dos fatores diretos são (BOEING, 2001):

- Falta de iluminação adequada durante a execução de atividades;
- Falta de ferramentas adequadas;
- Condições físicas do ambiente como calor, frio e barulho;
- Presença de substâncias perigosas.

Os fatores indiretos são mais difíceis de serem detectados, mas também tem grande influência no desempenho dos funcionários. Alguns exemplos desses fatores são:

- Relacionamento dentro do ambiente de trabalho (brigas internas, falta de comunicação, etc.);
- Problemas particulares (doenças na família, problemas financeiros, etc.);
- Políticas da empresa (cumprimento de prazos, de custos e de qualidade).

O Quadro 8.1 apresenta um modelo para o entendimento da concepção de fatores contribuintes ao erro na manutenção aeronáutica. Observa-se a presença de diferentes níveis que podem afetar a execução de atividades na manutenção aeronáutica (BOEING, 2001).

<u>Mecânico</u>	<u>Ambiente</u>	<u>Supervisão</u>	<u>Organização</u>
Conhecimento	Instalações	Planejamento	Políticas
Capacidades	Tempo	Organização	Procedimentos
Habilidades	Pressão do	Priorização	Processos
Outras	tempo	Delegação	Seleção
Características	Comunicação	Instrução	Treinamento
	Treinamento	“Feedback”	continuado
	prático	Desempenho da	Melhoria da
		gestão	qualidade

QUADRO 8.1: Fatores contribuintes ao erro na manutenção aeronáutica

Fonte: BOEING, 2001.

8.3.3. Treinamento em Fatores Humanos

O treinamento em fatores humanos é parte de um sistema geral de gestão do erro humano em uma organização de manutenção. Sem o treinamento adequado, outras iniciativas relacionadas ao gerenciamento de erros e a melhoria da segurança (tais como relatórios de erros e procedimentos de investigação), provavelmente não serão eficazes por longo prazo. Uma abordagem integrada do treinamento em fatores humanos com a gestão de segurança organizacional e com as iniciativas em gerenciamento de erros é essencial (CAA, 2002a).

O desenvolvimento das competências em fatores humanos implica que, em todos os níveis da organização, a capacidade de gerenciar as pessoas se torne efetivamente uma atitude cultural e própria da natureza dos colaboradores. Para isso, cada parte de um sistema de gestão centrado nos aspectos humanos requer a criação da competência nessa área, na qual o treinamento deve atender os objetivos de um sistema auto-regulatório de segurança, através do planejamento, da otimização das operações de manutenção aeronáutica e de um ciclo de melhoria e monitoramento contínuo (ICAO, 2003).

As organizações podem encontrar algumas dificuldades para a definição e criação do treinamento em fatores humanos. No caso da formação técnica dos mecânicos, há um consenso internacional quanto aos requisitos de formação, métodos, objetivos e conteúdo do curso. No entanto, não existe um consenso similar quanto ao foco adequado de um treinamento em fatores humanos na manutenção da aeronáutica, pois o mesmo se encontra numa fase inicial de desenvolvimento (CAA, 2002a).

Há diferentes perspectivas sobre este assunto, sendo que um ponto central para muitas empresas é a diferença nas práticas internacionais sobre a aplicação no treinamento de fatores humanos das áreas de fisiologia, ergonomia e das ciências sociais. Outras diferenças referem-se à importância relativa atribuída ao conhecimento e à formação específica necessária. Perspectivas sobre o conteúdo do treinamento e estratégias também podem ser fortemente influenciadas por diferentes práticas culturais e sociais (FAA, 2001b). Correlacionadas às perspectivas estão diferentes abordagens para os problemas de segurança na aviação. Alguns especialistas são a favor de uma ampla abordagem da indústria para a análise e aplicação de ações corretivas, enquanto outros preferem se concentrar em áreas específicas dos problemas. Algumas autoridades acreditam que a ação mais eficaz deve ser realizada durante a concepção da aeronave e dos requisitos de projeto e, assim, qualquer ação posterior direcionada de forma individual no nível operacional seria equivocada. Outros consideram a área de gestão dentro da indústria da aviação como sendo o enfoque adequado para a implementação das mudanças necessárias para a melhoria da segurança. Desse modo, as companhias aéreas e empresas de manutenção variam consideravelmente nas ênfases atribuídas à prática operacional dos aspectos de fatores humanos.

Apesar das possíveis abordagens para a segurança nas atividades da aviação, o estabelecimento do treinamento de fatores humanos nas organizações de manutenção aeronáutica segue práticas comuns da atividade de ensino e aprendizagem. Nesse caso, muitas vezes, é útil dividir a tarefa de aprendizagem em subcategorias adequadas, tais como "memorizar", "compreender", "fazer" e "agir", além da identificação da competência pós-

treinamento feita pela averiguação do domínio do conteúdo do curso. Estas quatro subcategorias de competência podem ser caracterizadas como (ICAO, 2003):

- **Memorização:** abrange o conhecimento dos fatos e pode incluir a memorização de adequados procedimentos e processos.
- **Compreensão:** abrange a compreensão dos princípios teóricos, sendo necessária para o desenvolvimento da competência.
- **Fazer:** abrange as habilidades que são essenciais para o pessoal de manutenção. Os mesmos necessitam adquirir e exibir determinadas habilidades e técnicas, as quais devem ser exercidas de forma adequada, no contexto adequado e no momento correto. Na aviação, habilidades psicomotoras e procedimentais têm tradicionalmente recebido maiores atenções, porém, no caso da formação do desempenho humano, algumas competências adicionais são necessárias, tais como o desenvolvimento de habilidades de comunicação adequadas.
- **Agir:** as atitudes desempenham um papel importante na determinação do desempenho global. Aspectos filosóficos relativos às práticas operacionais, desejáveis atributos profissionais e disposições favoráveis ao bom profissionalismo são considerados nessa categoria. Especialistas em fatores humanos tem fortemente enfatizado o papel das atitudes apropriadas na implementação e sustentação de práticas de manutenção seguras e eficazes.

Cada organização desenvolve e estabelece o programa de treinamento em fatores humanos com certas diferenças em função de seus desafios específicos e de sua cultura corporativa. No entanto, existem elementos comuns de que aumentam o sucesso do treinamento. Exemplos desses elementos comuns incluem (FAA, 2000):

- **Apoio da gestão:** a base para o sucesso de qualquer programa da organização é o apoio da alta administração. Os gerentes seniores devem ter a visão e o compromisso para reduzir os erros de manutenção e aumentar a segurança com atenção voltada aos problemas dos fatores humanos. Quando gestores apóiam claramente a missão e os objetivos do programas de fatores humanos, uma mudança de cultura organizacional positiva provavelmente é iniciada. Sem esse compromisso, uma mudança organizacional mais profunda é totalmente improvável.
- **Treinamento para todos:** o treinamento em fatores humanos deve se estender a todos os níveis da organização. Ele não pode ser limitado apenas aos colaboradores ligados diretamente a linha de manutenção. A mesma necessita abranger desde a equipe de limpeza até o executivo responsável pela organização. Na verdade, esta é uma exigência do órgão de aviação europeu EASA e de regulamentos do órgão de transportes do Canadá (FAA, 2000). A experiência tem mostrado que a gerência de médio escalão e os supervisores, muitas vezes, são os elos fracos na aplicação dos programas de fatores humanos. Por essa razão, as exigências de formação dos mesmos são iguais à de todos os outros trabalhadores. Estes funcionários interagem diariamente com os trabalhadores que são responsáveis por atividades de planejamento e desenvolvimento de novas estratégias. Os gerentes do médio escalão da empresa também precisam do apoio da direção na aplicação das novas abordagens sobre fatores humanos na organização. Os mesmos são mais propensos a utilizar a sua compreensão acerca do assunto para sustentar e gerir uma mudança cultural para o aumento da segurança na empresa, quando corretamente treinados.
- **Registro e gerenciamento de erros:** para que o treinamento em fatores humanos seja eficaz na redução de erros, os funcionários devem ser capazes de transferir diretamente os conceitos do

treinamento em práticas no local de trabalho. Nesse caso, auditorias e um sistema de gerenciamento de erros são ferramentas importantes para identificar não só as ações positivas já implantadas, mas também as oportunidades para melhorias. A transformação do conhecimento de fatores humanos em ações durante a manutenção aeronáutica é bem sucedida quando os trabalhadores são capazes de reconhecer os desafios e barreiras associadas à redução do erro humano e reportá-las de uma forma pró-ativa. Isso deve ser realizado em conjunto com a atuação da administração na implantação e monitoramento das alterações necessárias indicadas pelos funcionários.

- **Comunicação contínua e *feedback*:** a incorporação dos fatores humanos na organização de manutenção aeronáutica é normalmente uma mudança cultural. A comunicação contínua e o *feedback* (retorno das informações) devem ocorrer para a sustentação do processo de mudança. Diversos canais de comunicação existem para a distribuição dos resultados relativos ao treinamento em fatores humanos. Estes incluem boletins, reuniões de grupo, discussões pessoais, quadros de avisos públicos, e-mail, etc. A idéia é proporcionar aos gestores e aos funcionários informações sobre as ações atuais e previstas no local de trabalho e seus efeitos sobre o desempenho geral da empresa em qualidade, confiabilidade e segurança.

8.3.4. Gerenciamento de Fadiga

O termo "Fadiga" pode ser associado a vários significados, os quais geralmente incluem o cansaço físico (dor muscular, falta de oxigênio e cansaço extremo provocado pela privação do sono ou má nutrição), a fadiga mental, associada com tarefas que exigem intensa concentração, processamento rápido de informações complexas e de alto nível cognitivo) e a fadiga emocional (efeito do trabalho sob condições difíceis ou a execução de tarefas psicologicamente desagradáveis). Muitas vezes não há distinção clara entre

estes tipos de fadiga, sendo provavelmente mais útil olhar para a fadiga em termos dos diferentes critérios pelas quais é reconhecida (FAA, 2000).

O conceito de fadiga é mais facilmente entendido através de experiências comuns do que através de pesquisas quantitativas, pois não é possível mensurá-la diretamente como se pode mensurar a pressão arterial ou a temperatura de uma pessoa. A fadiga é medida indiretamente através dos seus efeitos. Por exemplo, é possível medir o número de erros cometidos por unidade de tempo em uma tarefa específica. Nesse situação, pode-se verificar que após o executante da tarefa continuar sem descanso por um tempo suficiente, o número de erros que o mesmo comete aumentará e, em algum ponto, o mesmo apresentará situação de cansaço.

Condições de trabalho com longa duração, durante o horário normal de sono e em horários de turnos rotativos são capazes de produzirem os efeitos da fadiga, embora os mecanismos sejam diferentes para cada situação.

Algumas situações de fadiga podem incluir, segundo o CAA (2002b):

- Comprometimento da habilidade de alerta situacional;
- Diminuição das habilidades motoras;
- Perda de memória recente;
- Fixação sobre um assunto sem importância;
- Falta de decisão ou decisões erradas;
- Alteração repentinas do humor.

Os acidentes e incidentes ocorridos durante as atividades de manutenção aeronáutica e causados por fadiga representam não só impactos diretos no voo, mas também no ambiente de manutenção e nos próprios funcionários envolvidos (ICAO, 2003). Como exemplo, um operador de aeronaves descreveu os seguintes incidentes após o equipamento passar por atividades num centro de manutenção aeronáutica:

- Danos estruturais extensos devido a procedimentos incorretos no levantamento da aeronave;

- Danos estruturais devido ao choque de um rebocador com a fuselagem da aeronave;
- Uma ferramenta esquecida dentro de um sistema da aeronave;
- Três funcionários de manutenção gravemente feridos devido a um acidente na estrada, onde os mesmos voltavam para casa após um longo turno de trabalho.

A fadiga associada a falta de sono pode ser desencadeada tanto por estilos de vida e hábitos fora do trabalho, como pelo sistema de turnos operado pela empresa de manutenção. Há uma quantidade considerável de provas em muitas indústrias para mostrar que o trabalho por turnos pode resultar em aumento da fadiga e redução da segurança. Pesquisa realizada por Folkard (2003) mostrou também que os sistemas de mudança de turnos podem ser concebidos de modo que a fadiga e perturbações do sono sejam minimizadas. Os seres humanos têm ritmos internos de funcionamento do corpo geralmente conhecido como biorritmo. O ritmo circadiano é o biorritmo diário de particular relevância para a jornada de trabalho pelas evidências reportadas na área de transportes e em diversas indústrias sobre o aumento do risco de acidente durante o período da madrugada, ou seja, entre as 02:00h e 03:00h. Há também provas que mostram que o período de menor risco é no final da manhã, entre as 10:00h e 12:00h.

O projeto ADAMS "*Human Factors in Aircraft Dispatch and Maintenance Systems*" (ADAMS, 2000) constatando que a aviação é uma operação de 24 horas, com grande pressão para cumprimento de prazos, sugeriu que o sistema de trabalho por turnos deve ser projetado com os seguintes princípios, a fim de minimizar os efeitos da fadiga mental e física:

- Oferecer oportunidades para noites de sono regular em quantidade suficiente para evitar o acúmulo de cansaço;
- Proporcionar um sistema de turnos previsível, o qual permita aos trabalhadores planejarem seus horários de descanso, minimizando a perda de sono;

- Evitar a troca do horário de turno do funcionário e seu rodízio;
- Após situações mais estressantes e com privação de sono, permitir pelo menos duas noites de descanso sucessivas, a fim de possibilitar a recuperação da fadiga acumulada;
- Evitar o planejamento de trabalhos de elevada complexidade e em ambiente de pressão durante a noite pela redução da capacidade física e mental dos funcionários durante esse período;
- Oferecer os serviços de apoio durante o turno noturno da mesma forma disponibilizada durante o dia (administração, planejamento, qualidade, cantina/cafeteria);
- Permitir intervalos para a recuperação dos funcionários após atividades em condições que promovam fadiga e perda de sono;
- Embora o trabalho em regime de horas extras seja uma opção para a conclusão de tarefas não acabadas durante um turno, a sua utilização frequente deve ser desencorajada, uma vez que pode levar à diminuição da motivação do pessoal e desempenho.

Além das medidas para garantir o descanso e o planejamento da jornada de trabalho sob condições e horários específicos, outras práticas podem ajudar a gerenciar os riscos associados a fadiga na manutenção aeronáutica. O treinamento dos gestores, os quais têm a responsabilidade de planejar e controlar turnos, pausas, períodos de trabalho e horas-extras, é essencial para o gerenciamento da fadiga, assim como a ajuda dos próprios funcionários para o reconhecimento de sintomas ligados a mesma (FAA, 2000).

O gerenciamento da fadiga dentro dos princípios de fatores humanos possui efeito significativo na redução da probabilidade de erro humano através do planejamento de processos e atividades. O mesmo é necessário para a criação de condições de trabalho onde situações envolvendo fadiga sejam eliminadas ou minimizadas, reduzindo dessa maneira a ocorrência de acidentes e incidentes na manutenção aeronáutica.

9. METODOLOGIA

9.1. Característica da pesquisa

A pesquisa científica pode ser definida como o tratamento por escrito de questões que são abordadas metodologicamente, isto é, quando surge um problema para qual é procurada uma solução adequada de natureza científica (SALOMON, 1978).

Para Gil (1991) a pesquisa é um procedimento racional e sistemático, cujo objetivo é proporcionar respostas aos problemas que são propostos. A pesquisa é requerida quando existe a necessidade de se obter informações suficientes para que o problema seja respondido, as quais ainda não se encontram disponíveis.

As mesmas podem ser classificadas com base em seus objetivos gerais, apresentando-se de três tipos (GIL, 1991):

- Pesquisa exploratória: cujo objetivo é proporcionar maior familiaridade com o problema, a fim de torná-lo mais explícito ou permitir a construção de hipóteses;
- Pesquisa descritiva: tem como objetivo descrever as características de determinada população ou fenômeno (traços característicos, problemas), podendo ainda estabelecer relações entre as variáveis;
- Pesquisa explicativa: na qual a preocupação central é identificar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenômenos.

No estudo proposto, a pesquisa é caracterizada como descritiva-exploratória, sendo a função descritiva empregada pela descrição de determinada população ou fenômeno, assim como no estabelecimento de relações entre variáveis. O aspecto mais significativo desse tipo de pesquisa é notado pela utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados, tais como

o questionário e a observação sistemática (GIL, 1991). O componente exploratório do estudo é formado pela visão geral sobre um determinado fato, de forma aproximativa, envolvendo levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas que possuem experiências práticas e familiaridade com o problema pesquisado, além da análise de exemplos que estimulem a compreensão do assunto. A finalidade básica é desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e idéias para a formulação de abordagens futuras. Dessa maneira, este tipo de pesquisa visa proporcionar um maior conhecimento para o pesquisador sobre o tema estudado, possibilitando a formulação de problemas mais precisos e a criação de hipóteses que possam ser pesquisadas posteriormente (GIL, 1999).

Em relação à abordagem, existem dois tipos que são os mais difundidos na pesquisa organizacional: a pesquisa quantitativa e a pesquisa qualitativa. Segundo a definição apresentada por Silva e Menezes (2001), temos:

- Pesquisa quantitativa: considera que tudo pode ser quantificado, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las. Requer o uso de recursos e de técnicas estatísticas.
- Pesquisa qualitativa: considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números. Não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados, o pesquisador é o instrumento-chave, permitindo a interpretação dos fenômenos e atribuição de significados.

As pesquisas descritivas são, juntamente com as exploratórias, as que habitualmente realizam os pesquisadores sociais preocupados com a atuação prática (GIL, 1999). Enquanto o dado qualitativo, de acordo com Pereira (2001), “é uma forma de quantificação do evento qualitativo que normatiza e confere um caráter objetivo à sua observação”, o que significa a representação simbólica das manifestações de um evento qualitativo.

Dessa forma, o estudo apresenta abordagem de pesquisa definida como quali-quantitativa, a qual busca unir as visões fenomenológicas e positivistas do estudo (BRYMAN, 1988). A mesma foi utilizada para complementação dos dados quantificáveis, obtidos através da análise de um conjunto de dados durante a aplicação de questionário fechado, juntamente com o aspecto qualitativo da busca pelo entendimento geral sobre o assunto, através de percepções e idéias levantadas durante entrevistas semi-estruturadas.

Quanto ao método empregado, temos uma pesquisa de levantamento, a qual, segundo Gil (1991), presume uma coleta de dados quantificáveis num primeiro momento, os quais foram posteriormente relacionados e analisados qualitativamente, permitindo um aprofundamento sob o fenômeno estudado.

Na execução da pesquisa, primeiramente, foi realizada uma entrevista com um funcionário responsável pela área de fatores humanos de cada uma das quatro organizações de manutenção aeronáutica pesquisada, conforme roteiro apresentado no Quadro 9.1. As entrevistas procuraram abordar as opiniões, os conceitos e as práticas desenvolvidas por cada empresa com o objetivo de levantar informações para a criação de um questionário. As informações obtidas durante as mesmas também foram úteis na discussão dos resultados apresentados pelo questionário. Após a conclusão dessa etapa e, com o auxílio do suporte teórico pesquisado, foi definido o conteúdo a ser abordado no questionário.

Em função do direcionamento dos assuntos coletados durante as entrevistas e pela sua grande concordância com os itens abordados numa pesquisa publicada em 2007 pelo órgão federal de administração da aviação norte-americano FAA (Federal Aviation Administration), intitulada: *“An International Survey of Maintenance Human Factor Programs”* (Uma pesquisa internacional sobre programas de fatores humanos na manutenção), optou-se por utilizar o mesmo roteiro do questionário contido nesse trabalho devido aos benefícios oferecidos como a oportunidade de comparação dos valores entre ambas as pesquisas.

O questionário aplicado, detalhado no Apêndice B, apresenta cinquenta e sete questões fechadas, as quais foram respondidas por vinte funcionários de quatro centros nacionais de manutenção.

Roteiro de entrevista sobre fatores humanos
Quais são os aspectos de maior relevância voltados aos fatores humanos na manutenção aeronáutica?
Qual é a importância do envolvimento da alta direção e gerência da empresa nas atividades relacionadas à segurança na manutenção aeronáutica?
Como as atividades relacionadas aos fatores humanos são desempenhadas dentro da estrutura organizacional da empresa?
Qual é o grau de interação da empresa com o principal órgão de aviação certificador nos assuntos relacionados a fatores humanos? De que forma se dá essa interação?
Existe alguma exigência específica sobre fatores humanos na manutenção? Caso positivo, quais seriam?
Quais são os pontos críticos na implantação de um sistema/programa voltado a fatores humanos dentro de uma empresa de manutenção aeronáutica?
Como é feito o treinamento/conscientização de funcionários sobre fatores humanos dentro do ambiente de trabalho? Quais áreas recebem o mesmo?
Quais são os principais erros humanos identificados durante as atividades de manutenção?
Qual é o grau de comunicação entre centros de manutenção sobre fatores humanos? Como ela é realizada?
Como são conduzidos os desvios relacionados a fatores humanos? De que forma eles são utilizados na melhoria da segurança nas atividades de manutenção aeronáutica?

QUADRO 9.1: Roteiro para levantamento de informações sobre fatores humanos na manutenção aeronáutica

9.2. Universo da Pesquisa

Participaram da pesquisa quatro centros nacionais de manutenção aeronáutica. O critério de seleção utilizado, visando possibilitar comparações

em função do porte dessas empresas (centros de manutenção), foi o da metade das participantes apresentarem mais de 100 pessoas no seu quadro de funcionários e a outra metade possuir menos de 50 pessoas. Esse objetivo foi atingido e o conjunto final resultou em duas empresas pertencentes a cada requisito.

Para a aplicação de entrevistas, cada empresa contribuiu com um funcionário, o qual foi designado pela mesma como sendo o responsável na organização por assuntos referentes a fatores humanos.

No total, além das entrevistas, vinte voluntários responderam aos questionários envolvendo aspectos de fatores humanos no ambiente da manutenção aeronáutica. Cada organização contribuiu com a liberação de cinco respondentes. O critério definido para participação foi: ter disponibilidade no momento da aplicação do questionário, responder ao mesmo de forma voluntária e participar do quadro de funcionários da empresa, independente de sua ocupação, função ou hierarquia.

Conforme acordado com as empresas participantes, os dados referentes à identificação das organizações e dos funcionários que participaram da pesquisa são confidenciais.

9.3. Instrumentos

Foram aplicados dois instrumentos no levantamento de informações:

9.3.1. Entrevista

A entrevista, dentre as técnicas de interrogação, é a que apresenta maior flexibilidade, podendo assumir diversas formas (MARCONI e LAKATOS, 2006):

- Estruturada ou Padronizada: é aquela em que o entrevistador segue um roteiro previamente estabelecido e as perguntas são predeterminadas. Ela se realiza de acordo com um formulário

elaborado e é efetuada de preferência com pessoas selecionadas de acordo com um plano;

- Não-estruturada ou Despadronizada: o entrevistador tem liberdade para desenvolver cada situação em qualquer direção que julgar adequada;
- Painel: consiste na repetição de perguntas, de tempo em tempo, aplicadas as mesmas pessoas, com a finalidade de estudar a evolução das opiniões em períodos curtos.

Ainda de acordo com as autoras, a entrevista, como técnica de coleta de dados, oferece vantagens e limitações, conforme apresentado no Quadro 9.2

Entrevista como técnica de coleta de dados	
Vantagens	Limitações
Maior flexibilidade, permitindo ao entrevistador repetir ou esclarecer perguntas, formular de maneira diferente, especificar algum significado, como garantia de estar sendo compreendido	Dificuldade de expressão e comunicação de ambas as partes.
Oferece oportunidade para obter dados que não se encontram em fontes documentais e que sejam relevantes e significativos.	Incompreensão do informante em relação ao significado das perguntas, podendo levar a uma falsa interpretação.
Oferece maior oportunidade para avaliar atitudes e condutas: registros de reações, gestos.	Influência do questionador sobre o entrevistado, através de suas atitudes, idéias, opiniões, etc.
Possibilidade de conseguir informações mais precisas, podendo comprovar possíveis discordâncias	Ocupa muito tempo e é difícil de ser realizada, podendo também ter pequeno grau de controle sobre uma situação de coleta de dados.
Aplicável a todos os segmentos da população.	Disposição do entrevistado em dar as informações necessárias
Permite que os dados sejam quantificados e submetidos a tratamento estatísticos.	Retenção de alguns dados importantes e receio de que sua identidade seja revelada.

QUADRO 9.2: Vantagens e limitações da entrevista

Fonte: MARCONI e LAKATOS, 2006.

Entrevistas padronizadas foram realizadas com profissionais dos centros de manutenção de acordo com roteiro de perguntas elaborado no Quadro 9.1.

Opiniões e percepções sobre os principais pontos relevantes acerca dos fatores humanos na manutenção aeronáutica, bem como suas aplicações pelos centros de manutenção foram coletadas para utilização durante a elaboração

do estudo, especialmente para a definição do questionário. No entanto, os resultados das mesmas não foram divulgados diretamente no presente trabalho em função das premissas de preservação do anonimato dos entrevistados.

9.3.2. Questionário

O questionário aplicado apresenta 57 questões fechadas, divididas em nove partes:

A primeira parte, relacionada às questões de 01 a 06, contempla a caracterização da organização e do pesquisado em termos de ocupação profissional, experiência no ramo de manutenção aeronáutica, tipo de organização para quem trabalha, dentre outros.

Na segunda parte são abordados aspectos do gerenciamento de erros, através das perguntas numeradas de 07 a 11. Questões relacionadas ao tratamento e investigação de erros humanos pelas organizações, além de como as mesmas utilizam esses dados, estão presentes nessa parte.

A terceira parte traz indagações acerca do treinamento em fatores humanos disponibilizados nas organizações pesquisadas. São investigados aspectos como: tipo e quantidade de treinamentos oferecidos pelas empresas e o público-alvo atingido dentro de cada centro de manutenção. As perguntas numeradas de 14 a 20 e de 25 a 27 pertencem a essa parte.

A quarta parte considera a área referente ao gerenciamento de fadiga. Questões relacionadas à verificação da existência de sistemas de treinamento e gerenciamento de fadiga, assim como o reconhecimento da importância sobre o assunto pela organização, são tratadas através das perguntas 28 a 30.

Na quinta parte, compreendida no questionário pelas perguntas 23, 31 a 33 e 36, são investigados os suportes oferecidos pelas organizações em termos de pró-atividade quanto às ações direcionadas aos fatores humanos. Foram levantadas também informações a respeito do comprometimento e apoio da empresa ao assunto, bem como o suporte da gestão ao programa de fatores humanos desenvolvidos na organização.

A sexta parte trata da análise da motivação dada pelos centros de manutenção aeronáutica relativa à execução de ações voltadas aos fatores

humanos. Nesse caso, as perguntas correspondentes entre os números 37 e 40 abordam características sobre a importância dada pela empresa na criação de um programa de fatores humanos.

A sétima parte envolve a verificação das métricas aplicadas pelas empresas para acompanhamento do retorno sobre as atividades praticadas em função dos fatores humanos. Itens ligados à execução de cálculos sobre custo-benefício e retorno sobre investimento para justificar ações em fatores humanos nas organizações são avaliados. As perguntas números 12 e 13, além das questões 21, 22, 24 e de 52 a 57, pertencem a essa parte.

Na oitava parte, é analisado o suporte dos órgãos regulamentadores de aviação através da verificação do apoio existente aos centros de manutenção aeronáutica em termos de acompanhamento e proximidade de atuação pelos órgãos regulamentadores. Os itens do questionário números 34 e 35 são pertinentes ao assunto.

Na nona e última parte, são avaliadas as políticas praticadas pelos centros de manutenção aeronáutica sobre os fatores humanos. Nesse ponto, é feita uma avaliação da existência de políticas formais ou informais sobre o assunto, além da verificação da presença de políticas relativas ao período de troca de turnos e segurança das operações na empresa. Os itens do questionário números 41 a 44, assim como os itens 49 a 51 também são relativos ao assunto.

É importante descrever sobre o conteúdo abordado no questionário, o qual foi fundamentado por uma pesquisa realizada sob o patrocínio do órgão norte-americano de administração da aviação civil FAA (Federal Aviation Administration) em 2006 intitulada: "*An International Survey of Maintenance Human Factors Programs*" (HACKWORTH et al., 2007).

Através da iniciativa de um grupo de pesquisadores com especialidades nas áreas de medicina, psicologia e aviação, o órgão FAA conduziu uma pesquisa internacional sobre fatores humanos na manutenção aeronáutica com a participação de 414 voluntários representando empresas desse ramo de mais de 50 países.

O objetivo dessa pesquisa, através de aplicação de questionário, foi avaliar como as organizações que praticam atividades de manutenção em aeronaves aplicavam os princípios de fatores humanos nas suas operações diárias. Além disso, também foram investigadas outras questões como: o efeito dos programas voltados a fatores humanos na organização e nos seus funcionários e a análise de eventuais diferenças entre diversas organizações ao redor do mundo.

O relatório publicado apresentou uma grande variedade de opiniões sobre as práticas prevalentes na aplicação dos fatores humanos entre diversos profissionais envolvidos com as atividades de manutenção aeronáutica.

Através do material teórico levantado durante a execução desse trabalho e pelas informações fornecidas no decorrer das entrevistas, a conservação do conteúdo presente no questionário aplicado pelo órgão FAA foi considerada a alternativa mais promissora para a abordagem do tema fatores humanos entre as organizações participantes.

Essa decisão é justificada pela abrangência do conteúdo presente no questionário, o qual engloba os aspectos relevantes para a prática de ações voltadas à eliminação de erros humanos nos centros de manutenção aeronáutica. As informações coletadas através dos textos pesquisados e das entrevistas realizadas corroboraram com o conteúdo apresentado pelo questionário utilizado pelo FAA.

Outro fator que influenciou para a manutenção do conteúdo do questionário foi a possibilidade de comparação dos valores e resultados obtidos entre empresas nacionais e internacionais.

Um resumo simplificado da correspondência entre os assuntos pesquisados abordados pelo questionário e a numeração das questões é apresentado pelo Quadro 9.3.

Correspondência entre os assuntos e o número das questões	
Assunto	Número da questão
Características do Indivíduo/Organização	1, 2, 3, 4, 5 e 6
Gerenciamento de Erros	7, 8, 9, 10 e 11
Treinamento em Fatores Humanos	14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 25, 26 e 27
Gerenciamento de Fadiga	28, 29 e 30
Pró-atividade em suportar Fatores Humanos	23, 31, 32, 33 e 36
Motivação para o programa de Fatores Humanos e Segurança	37, 38, 39 e 40
Métricas para Fatores Humanos	12, 13, 21, 22, 24, 52, 53, 54, 55, 56 e 57
Suporte dos Órgãos Regulamentadores de Aviação	34 e 35
Políticas da Organização	42, 43, 44, 49, 50 e 51

QUADRO 9.3: Correspondência entre os assuntos e a numeração das perguntas do questionário

9.4. Coleta de Dados e Aspectos Éticos

Inicialmente, após contato inicial feito em seis organizações de manutenção aeronáutica, quatro delas retornaram positivamente em relação à participação na pesquisa. Os contatos foram feitos através de telefone e e-mail e tiveram como objetivos o esclarecimento dos propósitos do trabalho, sua extensão e apresentação do Termo de Consentimento Livre (Apêndice A).

As entrevistas, mediante prévio contato e agendamento, foram aplicadas durante o período de 16 de agosto a 21 de outubro de 2010 no próprio local de estabelecimento de cada organização. Os entrevistados foram indicados pelas empresas de manutenção aeronáutica como representantes das mesmas para assuntos envolvendo fatores humanos.

Os questionários foram aplicados no período de 04 de novembro a 07 de dezembro de 2010, sendo atendidos os seguintes passos:

- A) Contato com os participantes da entrevista e agendamento de data para aplicação dos questionários;
- B) Visita a empresa e apresentação pessoal. Nesse momento, todos os funcionários da organização ou da área visitada, incluindo os supervisores e gestores, foram convidados a participar da pesquisa, independente de função, idade, sexo ou posição na hierarquia, com a garantia de não haver prejuízo algum para aqueles que se recusassem.
- C) O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido foi apresentado e assinado pelo participante antes do início da pesquisa;
- D) Os funcionários que tinham certa disponibilidade em relação as suas atividades e que concordaram de livre e espontânea vontade em participar da pesquisa foram selecionados. Conforme consenso entre o pesquisador e os responsáveis das empresas, o número de participantes foi definido como cinco, visando causar menor impacto nas operações normais da organização;
- E) Os questionários foram respondidos de maneira anônima, sem qualquer possibilidade de identificação dos participantes e devolvidos num envelope conforme a ordem desejada pelo respondente.

Foram visitados quatro centros de manutenção aeronáutica, obtendo-se um total de 20 questionários respondidos.

9.5. Pré-Teste

Para a validação do questionário e de sua aplicação, foi realizada uma pré-análise através da aplicação do mesmo em uma das organizações participantes. Durante essa etapa foram identificadas as seguintes melhorias:

- Diminuição do tempo necessário para aplicação do instrumento. Para isso, foram suprimidas as questões abertas presentes no questionário inicial. Essa ação reduziu o tempo necessário em

cerca de 30 minutos, deixando a aplicação do questionário com aproximadamente 45 minutos.

- Inserção da opção “Particular/Privado” na questão 02.
- Revisão do *lay-out* do questionário para que nenhuma questão fosse dividida em duas páginas.

9.6. Tratamento e Análise do Dados

A fase de tratamento dos dados, segundo Silva e Menezes (2001), é dividida em 03 partes: a primeira, denominada seleção, consiste na verificação dos dados obtidos em relação a possíveis erros. A segunda é a categorização, a qual é responsável por classificar e agrupar as informações. Essa etapa é fundamental para a transformação de dados qualitativos em quantitativos. A terceira é definida como tabulação e consiste na elaboração de tabelas para facilitar a correlação entre os dados obtidos.

A fase seguinte, a qual compreende a análise e discussão dos resultados, foi realizada para atender os objetivos da pesquisa e possibilitar a comparação e comprovação de dados necessários para se confirmar ou rejeitar as hipóteses apontadas pela pesquisa.

Os dados levantados na pesquisa, totalizando 1140 questões respondidas por 20 funcionários de 04 organizações distintas de manutenção aeronáutica, foram tratados através de recursos computacionais, utilizando-se o aplicativo EXCEL para a tabulação dos resultados e montagem de gráficos e tabelas.

As frequências e proporções foram calculadas para cada alternativa das perguntas em função do número de respondentes de cada questão. Para efeitos comparativos dos dados obtidos nas empresas nacionais pesquisadas com os resultados da pesquisa internacional aplicada pelo órgão FAA, a parcela positiva das respostas envolvendo questões sobre grau de consideração ou importância sobre determinado assunto foi realizada somando-se as duas alternativas que exprimem maior aceitação e concordância na pergunta, como por exemplo: “concordo” e “concordo completamente” ou “importância considerável” e “grande importância”.

10. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O objetivo desse capítulo é apresentar e discutir os resultados obtidos. Em conjunto com uma análise geral, buscou-se a identificação de correlações entre os perfis das empresas pesquisadas e os tópicos apresentados. Onde possível, também foi realizada a análise comparativa das médias dos dados obtidos nesse trabalho com os valores médios obtidos na pesquisa realizada pelo órgão de aviação americano FAA.

Na apresentação de tabelas, sempre que necessário, os participantes pertencentes às empresas com mais de 100 funcionários são identificados como grupo 01. Os participantes que pertencem a empresas com menos de 50 funcionários são identificados como grupo 02.

Tendo em vista o grande número de aspectos abordados nas questões, o capítulo foi dividido em nove partes, conforme o assunto:

- 1) Características dos Indivíduos/Organizações
- 2) Gerenciamento de Erros
- 3) Treinamento em Fatores Humanos
- 4) Gerenciamento de Fadiga
- 5) Pró-atividade em suportar Fatores Humanos
- 6) Motivação para o programa de Fatores Humanos e Segurança
- 7) Métricas para Fatores Humanos
- 8) Suporte dos Órgãos Regulamentadores de Aviação
- 9) Políticas da Organização

10.1. Características dos Indivíduos e Organizações

A totalidade dos participantes trabalha para centros de serviços com atividades de manutenção, reparo e revisão de aeronaves (100%).

Em relação às operações desenvolvidas na manutenção de aeronaves pelas empresas pesquisadas (Gráfico 10.1), 50% dos pesquisados estão ligados a operações particulares e privadas, 25% operam em atividades relacionadas a companhias aéreas comerciais e 25% tem atividades voltadas à fabricação de aeronaves.

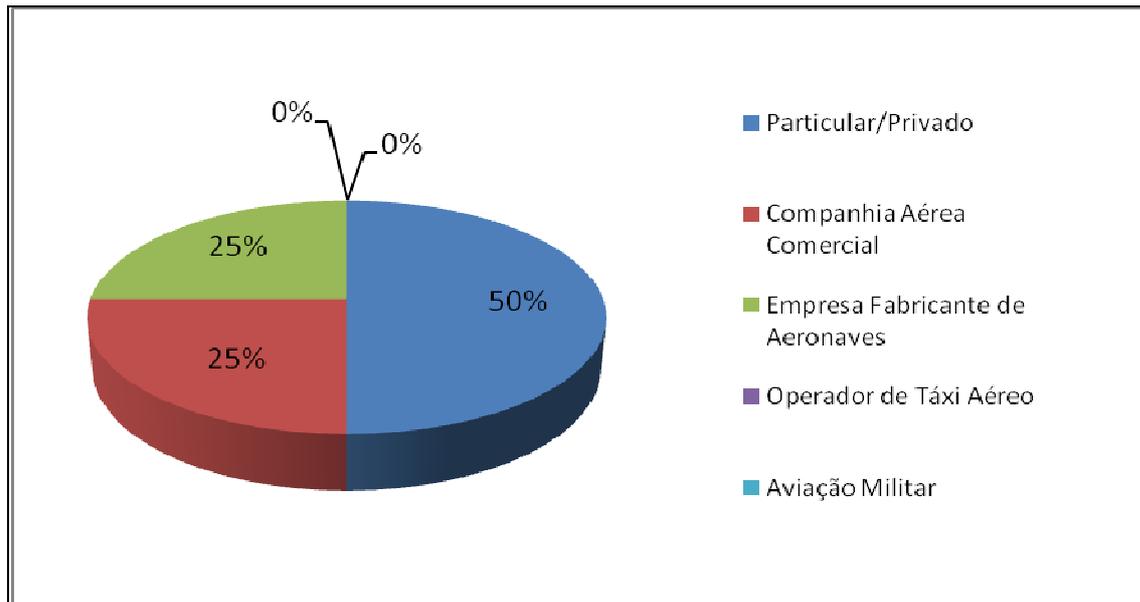


GRÁFICO 10.1: Tipos de operações de manutenção desempenhadas pelas empresas

Do total de pesquisados, 60% responderam que sua organização possui certificações internacionais tanto do órgão americano FAA (Federal Aviation Administration) quanto do órgão europeu EASA (European Aviation Safety Agency), além da certificação do órgão nacional ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil). O restante (40%) possui apenas a certificação do órgão ANAC.

É importante ressaltar que todas as empresas de manutenção brasileiras e localizadas em território nacional devem possuir a certificação da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) antes de serem certificadas pelo órgão americano ou europeu.

A distribuição em relação ao número de funcionários pertencentes à empresa ou departamento de manutenção apresentou um valor de 50% para uma quantidade de funcionários de até 50 pessoas. A proporção indicada para

um quadro de funcionários entre 50 a 200 pessoas foi de 25%, sendo a mesma proporção (25%) para a faixa de 200 a 1000 funcionários, como mostra o Gráfico 10.2.

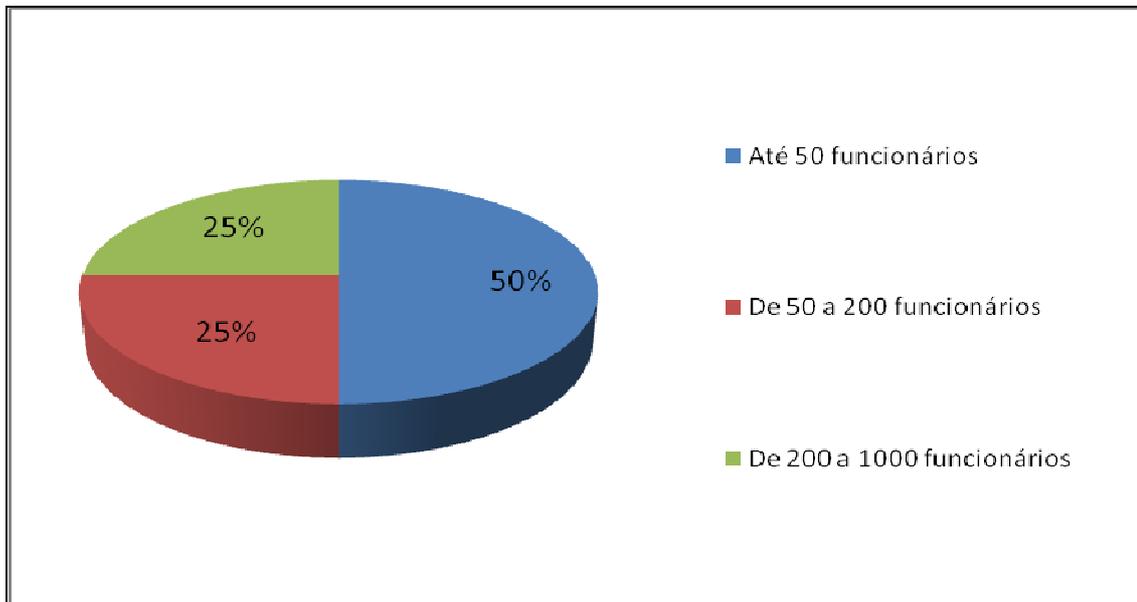


GRÁFICO 10.2: Proporção em relação ao número de funcionários das empresas participantes

Diferentes ocupações na área de manutenção aeronáutica foram representadas pelos pesquisados. Funcionários de diversos graus da hierarquia das organizações, desde níveis gerenciais e de supervisão, passando por outros representantes da área administrativa e mecânicos ligados diretamente às atividades operacionais responderam a pesquisa. Essa abrangência na amostragem dos participantes é positiva para a representação das diferentes áreas envolvidas com os fatores humanos no ambiente da manutenção aeronáutica. O Gráfico 10.3 demonstra as diferentes profissões indicadas e a representação da porcentagem das mesmas em relação ao número total de participantes (n=20).

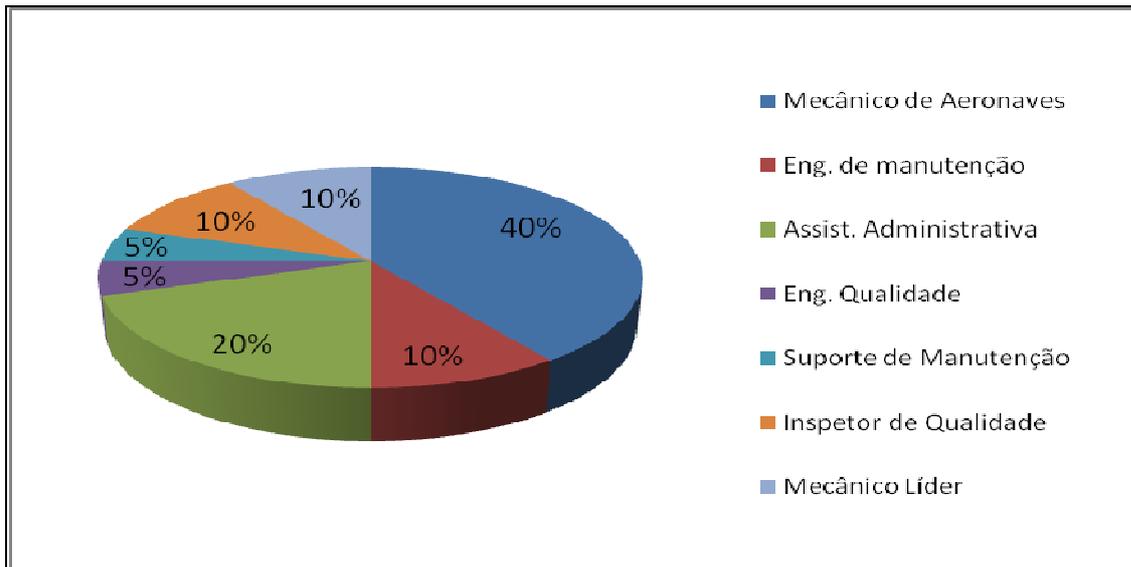


GRÁFICO 10.3: Profissão dos pesquisados

De acordo com o Gráfico 10.4, grande parte dos participantes possui um longo período de experiência no ramo de manutenção aeronáutica, 35% dos pesquisados apresentam mais de 20 anos de experiência nesse ramo. A maior participação corresponde aos funcionários com experiência de 1 a 5 anos (40%). Em seguida, com uma porcentagem de 15% e com uma menor expressão em relação aos demais intervalos já mencionados, encontram-se os participantes da faixa de 11 a 15 anos de experiência.

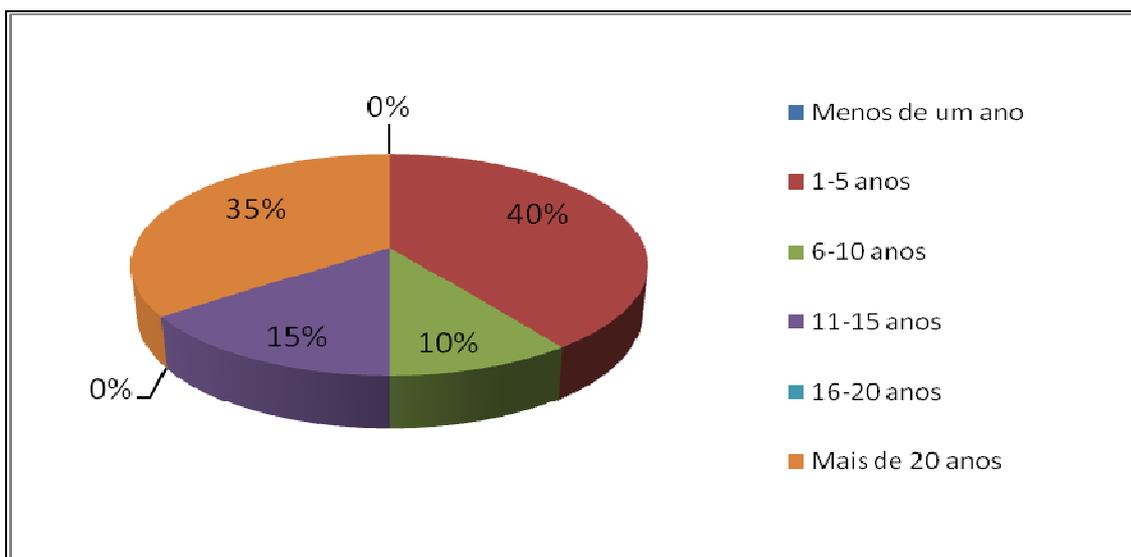


GRÁFICO 10.4: Experiência profissional dos participantes da pesquisa

10.2. Gerenciamento de Erros

Dentro da manutenção aeronáutica, o gerenciamento de erros constitui uma parte integral de um sistema de gerenciamento da segurança na organização. Sua principal atuação está no convencimento de funcionários ligados as operações de manutenção, mais especificamente mecânicos e inspetores, a relatarem para a gestão da empresa os desvios ocorridos durante o desempenho das atividades e utilizar os mesmos na prevenção de futuras ocorrências. O gerenciamento de erros na manutenção aeronáutica é uma ferramenta importante para a prevenção dos desvios que possam ocasionar eventos como incidentes e acidentes (BOEING, 2001).

Apesar de ser um item chave para o sucesso de um programa em fatores humanos nas empresas, conforme mostrado pelo Gráfico 10.5, somente 25% dos participantes responderam que sua empresa possui um programa formal para investigação de erros humanos. A maioria dos respondentes (70%) apontou a presença de um programa informal para essa finalidade e 5% afirmaram não haver nenhum programa de investigação de erros ou qualquer plano imediato da empresa em implantá-lo.

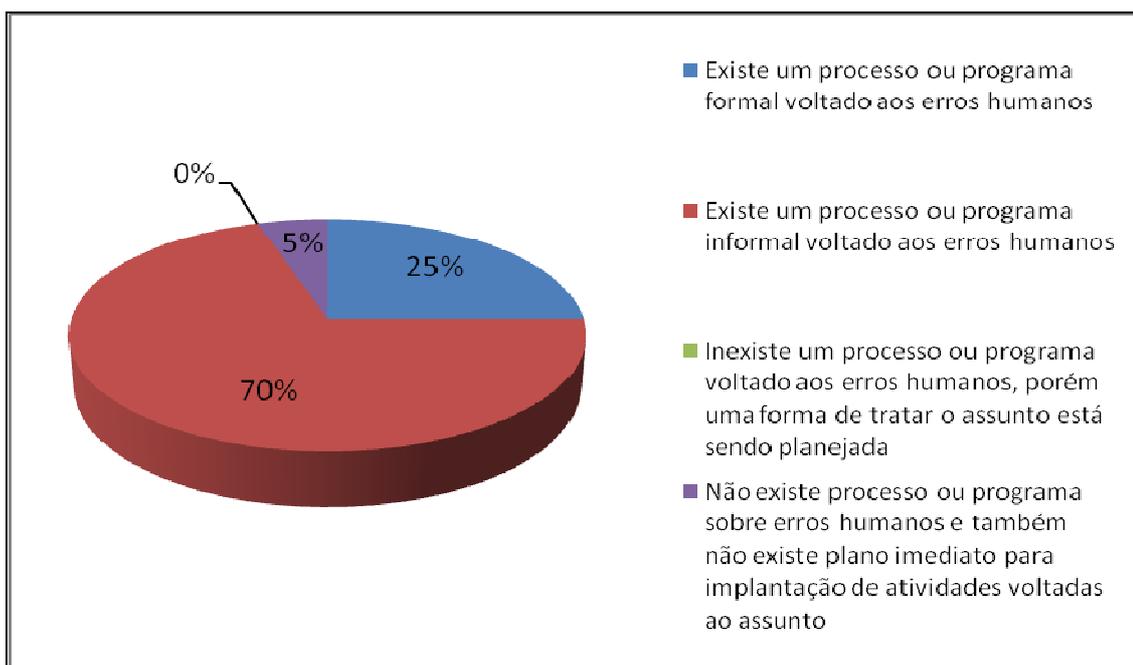


GRÁFICO 10.5: Modo de uso dos dados sobre erro humano pelas empresas

O valor apresentado sobre a existência de um programa formal de fatores humanos na presente pesquisa está bem abaixo da média obtida pela pesquisa de abrangência mundial realizada pelo órgão americano de aviação FAA. A média apresentada pelas organizações internacionais foi de 65%, enquanto que a média obtida pela presente pesquisa foi de 25%.

Em relação aos dados apresentados pelas empresas nacionais, uma relevante diferença é encontrada sobre a formalidade do programa de fatores humanos. Através da separação dos valores em duas categorias denominadas grupo 01 e grupo 02, conforme explicado anteriormente, foi verificado que 50% dos pesquisados pertencentes às empresas de maior porte (grupo 01) indicaram existência de um programa formal e 40% apontaram a existência de programa informal como apresentado na Tabela 10.1. Todos os participantes do grupo 02, formado por empresas de menor porte, revelaram a presença somente de programas informais de fatores humanos.

TABELA 10.1 – Tipo de abordagem da organização sobre o erro humano

Alternativas	Grupo 01 (%)	Grupo 02 (%)	Média (%)	Média FAA (%)
Existe um processo ou programa formal voltado aos erros humanos	50	0	25	65
Existe um processo ou programa informal voltado aos erros humanos	40	100	70	19
Inexiste um processo ou programa voltado aos erros humanos, porém uma forma de tratar o assunto está sendo planejada	0	0	0	---
Não existe processo ou programa sobre erros humanos e também não existe plano imediato para implantação de atividades voltadas ao assunto	10	0	05	---

A necessidade de uma ferramenta que possibilite o armazenamento e centralização dos desvios causados por fatores humanos é fundamental para possibilitar o correto planejamento de ações de segurança na manutenção aeronáutica. Essa ferramenta tem o papel de fornecer uma base confiável de informações, possibilitando, além do tratamento isolado de acidentes e incidentes e implantação de medidas corretivas, a prevenção de futuras ocorrências.

A maioria dos participantes relatou que sua organização não apresenta um banco de dados para armazenamento de erros e desvios (45%). Constatou-se que apenas 35% dos pesquisados contam com um sistema de armazenamento de dados e que os outros 20% restantes desconhecem sobre a existência do mesmo na organização, como mostrado na Tabela 10.2.

A influência do porte da empresa é significativa, pois 70% dos participantes do grupo 02 relataram que a empresa na qual trabalham não possui banco de dados sobre erros humanos. Também é possível notar uma média superior (55%) em relação à presença dessa ferramenta pelas organizações pesquisadas pelo FAA quando compara a média das organizações nacionais pesquisadas (35%).

TABELA 10.2 – Existência de banco de dados de investigação nas empresas para eventos relativos ao erro humano em porcentagem

Alternativas	Grupo 01 (%)	Grupo 02 (%)	Média (%)	Média FAA (%)
Sim	40	30	35	55
Não	20	70	45	---
Não sei	40	0	20	---

O Gráfico 10.6 apresenta os resultados da pesquisa demonstrando que a maior parte das empresas não utiliza os dados coletados de uma maneira eficiente, ou seja, o potencial oferecido pelos registros não é totalmente explorado pelas atividades praticadas após a análise dos mesmos.

O principal aspecto apontado pelos participantes (70%) demonstra que as recomendações de segurança nas empresas são originadas a partir da análise de incidentes isolados.

Em relação às intervenções motivadas por recomendações advindas da análise dos dados, 25% dos pesquisados consideraram que as mesmas são monitoradas de forma a verificar suas implementações. Somente 10% reconhecem que as mesmas são avaliadas e revisadas.

A revisão periódica da base de dados para identificação de problemas e planejamento de intervenções, assim como a alteração de processos e procedimentos em função da análise dos dados coletados em ano anterior, é

confirmada por 20% dos respondentes. Apenas 10% responderam que a base de dados é revisada para avaliação das intervenções realizadas.

No que tange ao uso das informações disponibilizadas pela gerência da organização, apenas 10% das empresas utilizam as mesmas como parte de um processo formal de gestão da qualidade.

Questionados sobre a análise de dados obtidos anteriormente (no ano passado), nenhum dos participantes mencionou que novas compras de ferramentas e melhorias no local de trabalho foram realizadas nas empresas por causa de problemas identificados no banco de dados de erros. Porém, como um fator positivo, nenhum dos mesmos também informou que os dados sobre erros humanos não são utilizados pela empresa.

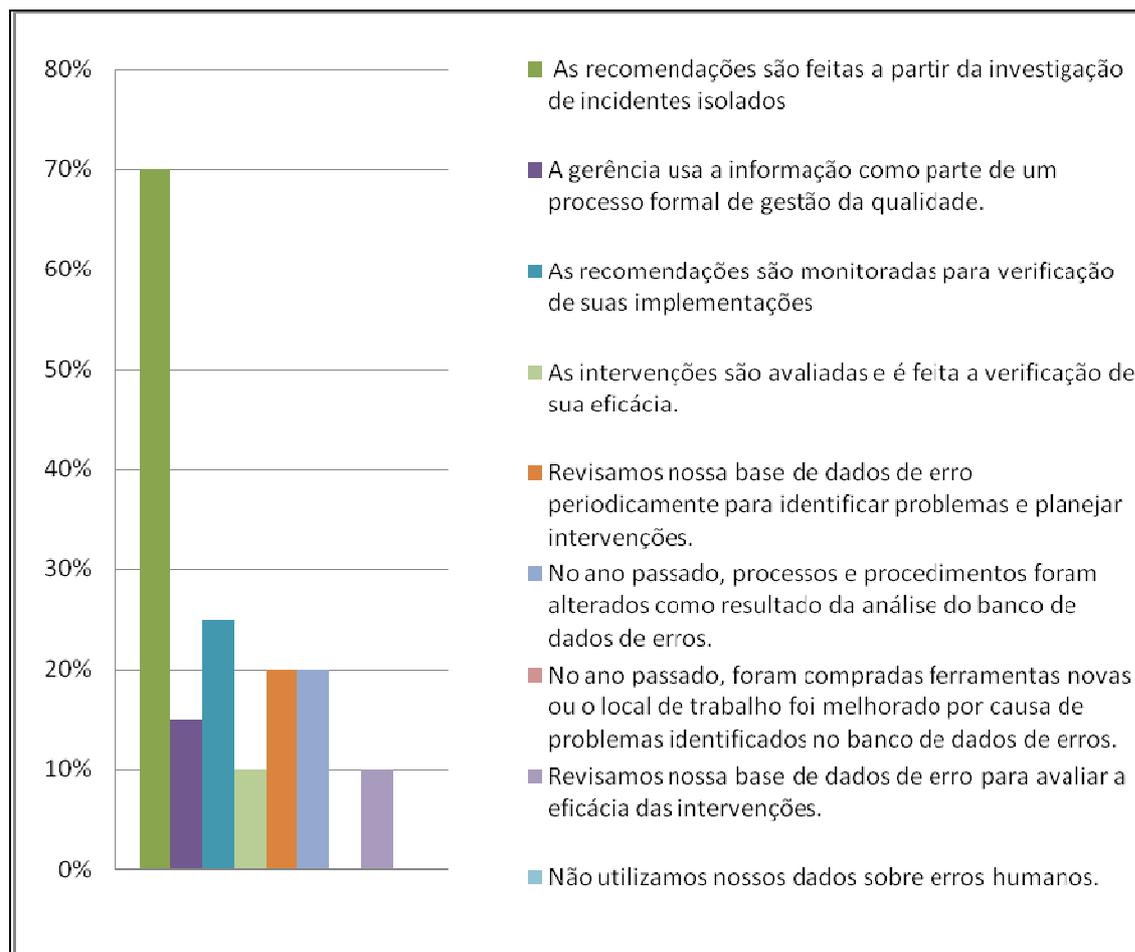


GRÁFICO 10.6: Modo de utilização dos dados referentes ao erro humano pelas empresas

Algumas particularidades relativas ao porte das empresas podem ser notadas na Tabela 10.3.

Formado por empresas de maior porte, o grupo 01 indicou maior utilização das informações pela gerência (30%), enquanto o grupo 02, formado por empresas menores, não identificou qualquer uso de informações por parte da mesma.

Em relação a alterações de processos e procedimentos, 20% do grupo 02 informaram a ocorrência dessa situação no ano anterior, enquanto 20% dos membros do grupo 01 também indicaram alteração dos mesmos.

Valores das médias de cada alternativa, obtidas por pesquisa similar feita pelo órgão americano de aviação FAA, envolvendo empresas de diversos países, são também apresentadas na Tabela 10.3. Apesar de certa superioridade quando comparadas as médias obtidas presente pesquisa, principalmente em relação às recomendações feitas a partir de incidentes isolados, 11% dos participantes consideraram que suas empresas não utilizam dados sobre erros humanos.

TABELA 10.3: Modo de utilização dos dados referentes ao erro humano

Alternativas	Grupo 01 (%)	Grupo 02 (%)	Média (%)	Média FAA (%)
As recomendações são feitas a partir da investigação de incidentes isolados	70	70	70	70
A gerência usa a informação como parte de um processo formal de gestão da qualidade.	30	0	15	43
As recomendações são monitoradas para verificação de suas implementações	20	30	25	---
As intervenções são avaliadas e é feita a verificação de sua eficácia	20	0	10	27
Revisamos nossa base de dados de erro periodicamente para identificar problemas e planejar intervenções	10	30	20	46
No ano passado, processos e procedimentos foram alterados como resultado da análise do banco de dados de erros	20	20	20	34
No ano passado, foram compradas ferramentas novas ou o local de trabalho foi melhorado por causa de problemas identificados no banco de dados de erros	0	0	0	---
Revisamos nossa base de dados de erro para avaliar a eficácia das intervenções	0	20	10	---
Não utilizamos nossos dados sobre erros humanos	0	0	0	11

10.3. Treinamento em Fatores Humanos

O treinamento em fatores humanos é parte de um programa de segurança nas empresas de manutenção aeronáutica e deve ser aplicado a todos os membros da organização. O objetivo desse treinamento é garantir que todos os princípios básicos e práticas de segurança sejam assimilados, assegurando a integridade dos funcionários e do ambiente durante a execução das tarefas de manutenção necessárias a liberação das aeronaves em condições de aeronavegabilidade.

Devido à importância do treinamento, o mesmo deve ser oferecido imediatamente aos novos membros da organização. Nesse ponto, metade dos participantes (50%) informou que sua empresa oferece treinamento em fatores humanos aos novos funcionários como mostrado no Gráfico 10.7. No entanto, 30% dos pesquisados indicaram que não há um treinamento disponível na organização para novos membros.

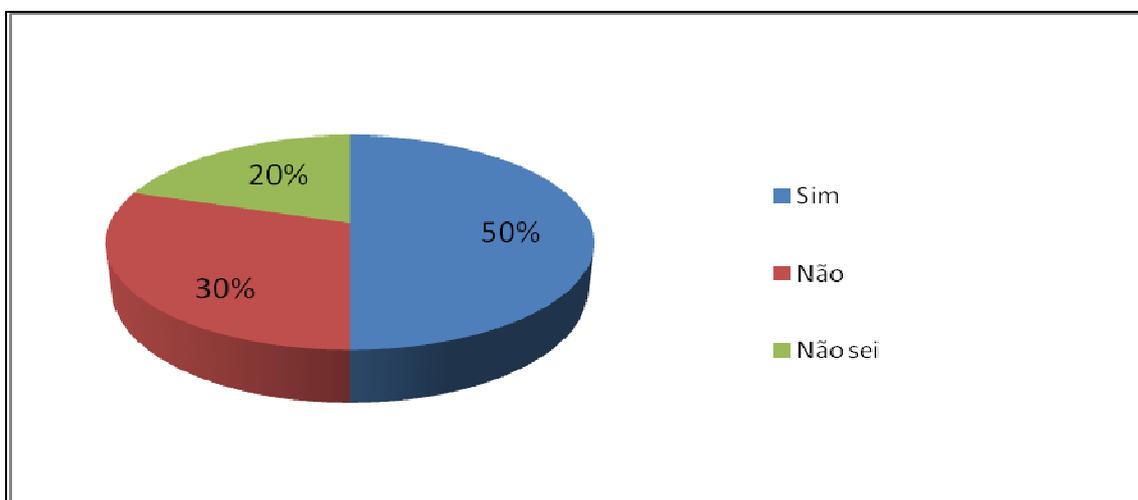


GRÁFICO 10.7: Porcentagem na aplicação de curso em fatores humanos como parte do treinamento para novos funcionários

Quando existente, o curso de fatores humanos para novos funcionários possui uma carga de 8 horas, conforme indicada por 90% dos pesquisados. Outros 10% restantes responderam que a carga do mesmo é de 16 horas,

como apresentado no Gráfico 10.8. Nenhum participante respondeu que o curso é feito através de computador ou de outra forma.

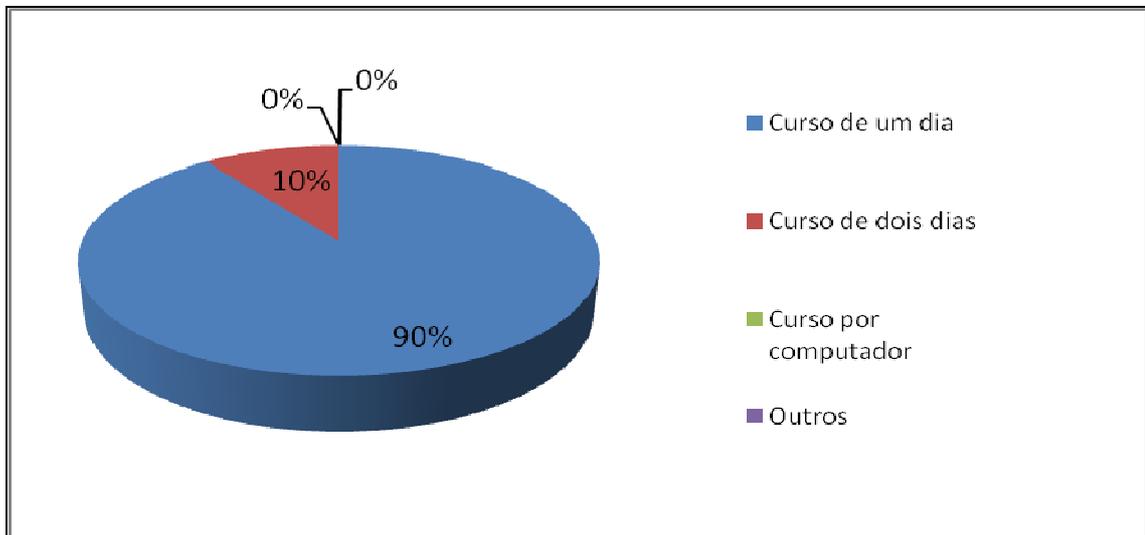


GRÁFICO 10.8: Carga horária do curso em fatores humanos para novos funcionários das empresas

A investigação da possível influência dos dados pelo porte da empresa revelou que existe uma deficiência nesse aspecto por parte das empresas menores. Todos os participantes do grupo 01 responderam que a organização oferece curso em fatores humanos para novos funcionários, representando uma situação muito diferente da demonstrada pelo grupo 02, onde 60% dos pesquisados confirmaram não haver curso para novos funcionários e 40% revelou desconhecimento sobre a questão (Tabela 10.4).

Em termos comparativos, a pesquisa do FAA apresenta um valor de 66% para os participantes que afirmaram existir treinamento por parte da empresa para os novos membros.

TABELA 10.4: Aplicação de curso em fatores humanos para novos funcionários das empresas em porcentagem

Alternativas	Grupo 01 (%)	Grupo 02 (%)	Média Geral (%)	Média FAA (%)
Sim	100	0	50	66
Não	0	60	30	---
Não sei	0	40	20	---

Em relação ao modo de aplicação do treinamento, sem considerar sua aplicação imediata aos novos funcionários, 50% dos pesquisados informaram que o mesmo é oferecido por sua própria empresa de forma a atender requisitos regulatórios. A outra metade (50%) informou que as empresas enviam seus colaboradores para cursos externos ou contratam um consultor para aplicar o treinamento (Tabela 10.5).

Quando separados em grupos, todos os membros do grupo 01 responderam que sua organização possui curso interno que atende a requisitos obrigatórios e todos os membros do grupo 02 informaram que suas empresas contratam consultores ou enviam seus funcionários para treinamento externo.

TABELA 10.5: Modo de aplicação do curso em fatores humanos nas empresas

Alternativas	Grupo 01 (%)	Grupo 02 (%)	Média Geral (%)	Média FAA (%)
Temos um curso existente que atende requisitos regulatórios.	100	0	50	51
Estamos em processo de desenvolvimento de um curso para cumprir os requisitos regulatórios.	0	0	0	14
Enviamos nossos colaboradores a cursos já existentes ou contratamos um consultor para fazer esse treinamento.	0	100	50	18
Nós não temos quaisquer planos para o desenvolvimento deste tipo de curso.	0	0	0	17

A pesquisa também abordou o conteúdo oferecido pelo treinamento em fatores humanos, onde seis tópicos importantes para o assunto foram considerados:

- Introdução aos Fatores Humanos;
- Efeito do Trabalho por Turnos e Fadiga no Desempenho das Atividades;
- Comunicação;
- Fatores que Contribuem para o Erro Humano;
- Mudança de Turno no Serviço;
- Investigação de Eventos.

Questionados sobre a presença dos mesmos nos cursos disponibilizados pelas próprias organizações, 100% dos participantes responderam que o tópico Introdução aos fatores humanos faz parte do conteúdo abordado pelo curso (Gráfico 10.9). Os itens: Efeito do trabalho por turnos e fadiga no desempenho das atividades, fatores que contribuem para o erro humano e Comunicação foram citados por 90% dos pesquisados. Em menor grau, os tópicos de Mudança de turno no serviço e Investigação de eventos, foram indicados por 80% e 70% dos participantes, respectivamente.

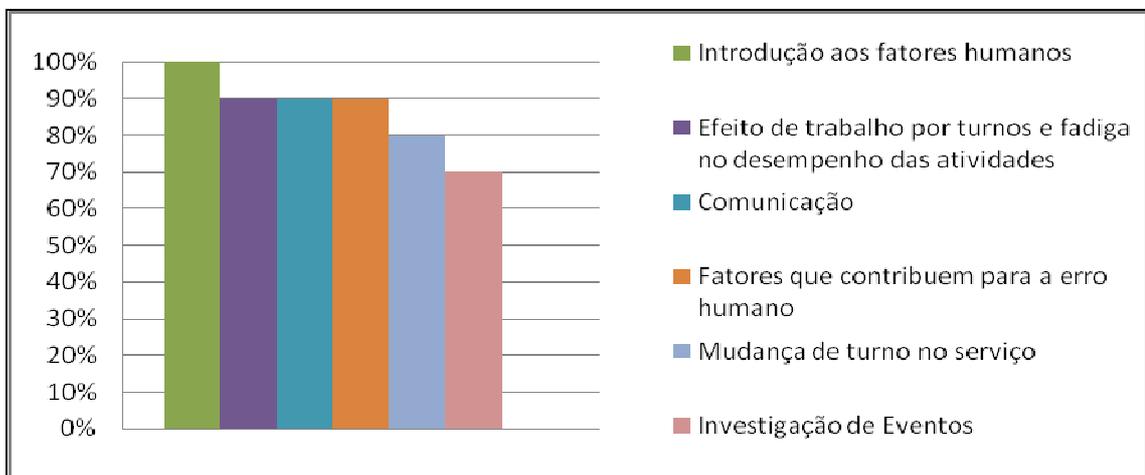


GRÁFICO 10.9: Tópicos contemplados pelo curso de fatores humanos

Nesse caso, não houve avaliação dos participantes por grupos, pois o grupo 02 não apresentou treinamento oferecido pela própria organização.

Os dados apresentados pela pesquisa do FAA similares aos obtidos pelas organizações nacionais de maior porte (grupo 01), conforme Tabela 10.6.

TABELA 10.6: Tópicos abordados pelo treinamento em fatores humanos

Alternativas	Grupo 01 (%)	Média FAA (%)
Introdução aos Fatores Humanos	100	96
Efeito de Trabalho por Turnos e Fadiga no Desempenho das Atividades	90	90
Comunicação	90	92
Fatores que Contribuem para o Erro Humano	90	96
Mudança de Turno no Serviço	80	78
Investigação de Eventos	70	75

Outro ponto avaliado foi a abrangência do curso de fatores humanos nas organizações pesquisadas. A importância desse item é justificada pelo fato de que todas as atividades são desempenhadas por diferentes funções na empresa e podem afetar o resultado final da manutenção de uma aeronave. Como resultado, a aplicação do curso de fatores humanos a todos os membros da organização é fundamental para a redução dos erros humanos na manutenção aeronáutica.

Os resultados mostram a participação de praticamente todas as áreas da empresa no curso de fatores humanos (Tabela 10.7). Porém, no caso da função Planejamento, o grupo 02 apresentou um valor menor de participação para a mesma (70%). A área de Instrutores também foi indicada com menor valor pelo grupo 01 (50%). Uma possível explicação para isso seria que os mesmos realizam esse treinamento fora da empresa, em cursos específicos no Brasil e exterior, conforme levantado durante a aplicação das entrevistas

TABELA 10.7: Abrangência do curso de fatores humanos nas áreas das empresas

Alternativas	Grupo 01 (%)	Grupo 02 (%)	Média Geral (%)
Engenheiros de Manutenção de Aeronaves / Mecânica	100	100	100
Planejadores	100	70	85
Engenheiros	100	100	100
Mecânicos/Inspetores	100	100	100
Supervisores / Gerentes	100	100	100
Auditores da Qualidade	80	100	90
Instrutores	50	0	25

Os participantes responderam sobre a formação dos instrutores em fatores humanos e como o conteúdo ministrado é obtido pelo mesmo (Gráfico 10.10). A maioria dos respondentes relatou que o instrutor possui treinamento nessa área através da participação em um curso de formação em fatores humanos com duração de 2 a 5 dias (40%).

Os pesquisados também indicaram que seu instrutor possui formação superior (30%) e que exerce a função de engenheiro/mecânico de aeronaves (30%).

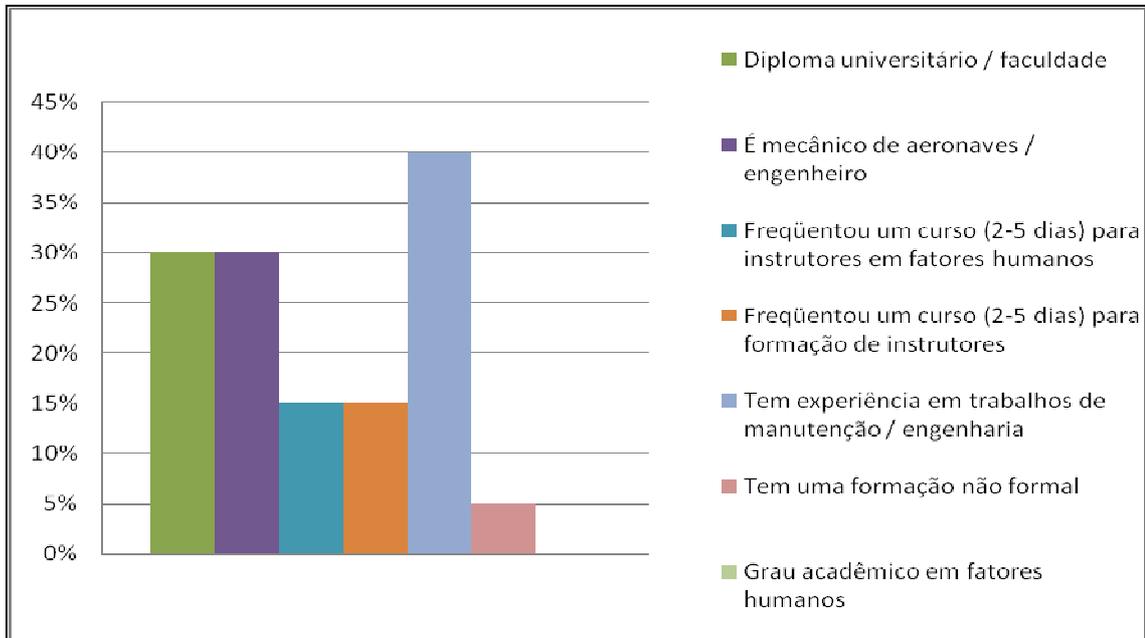


GRÁFICO 10.10: Matérias abordadas na formação do instrutor de fatores humanos

Sobre o conteúdo utilizado pelo instrutor, 55% respondeu que o mesmo é desenvolvido pelo próprio instrutor. A utilização de materiais gratuitos é indicada por 20% dos participantes e a necessidade de que o instrutor precisa de mais material é apontada por 10% dos pesquisados (Gráfico 10.11).

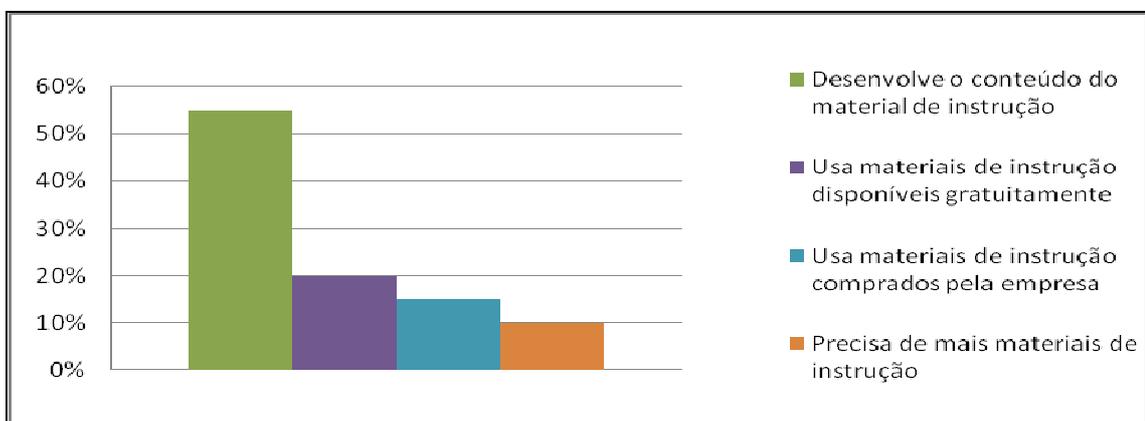


Gráfico 10.11: Tipo de material utilizado pelo instrutor em fatores humanos

A percepção dos pesquisados sobre o reconhecimento do retorno de investimento no treinamento e formação inicial em fatores humanos revelou que 75% dos participantes concordam ou concordam completamente com o mesmo. Em relação ao treinamento contínuo em fatores humanos, o reconhecimento é menor, correspondendo a 50% dos participantes que afirmaram concordar ou concordar completamente com esse item. Essas percepções revelam que maior ênfase é dada ao treinamento inicial em fatores humanos, não tendo a mesma importância sua aplicação de forma contínua para promover uma reciclagem dos funcionários das organizações em relação ao tema.

10.4. Gerenciamento de Fadiga

A fadiga geralmente está associada a um estado de cansaço físico e mental após a realização de uma tarefa ou atividade. Outros sintomas podem incluir fraqueza, estresse, depressão e problemas de saúde que aumentam o risco da ocorrência de erros humanos. Condições de trabalho que oferecem excessiva jornada de trabalho, mau planejamento das atividades, quadro de funcionários deficiente, falta de controle na troca de turnos, ambiente com controle inadequado de temperatura, umidade e ruídos são conhecidas por contribuir para a presença de fadiga nas tarefas e atividades de manutenção aeronáutica (ICAO, 2003).

O gerenciamento da fadiga tem o objetivo de evitar situações onde a mesma possa ocorrer, sendo sua prática uma relevante ferramenta para a prevenção de erros humanos dentro do sistema de segurança da organização, a sua existência e relevância, além da própria prática, foram avaliadas pelos participantes da pesquisa.

Consultados sobre o grau de importância do gerenciamento de fadiga para a organização, 45% dos pesquisados indicaram que é a mesma é considerada importante, 35% responderam que uma importância moderada é dada a mesma. Outros 15% revelaram uma importância limitada do assunto

pela empresa e apenas 5% afirmaram que nenhuma importância é oferecida ao gerenciamento de fadiga, como mostra o Gráfico 10.12.

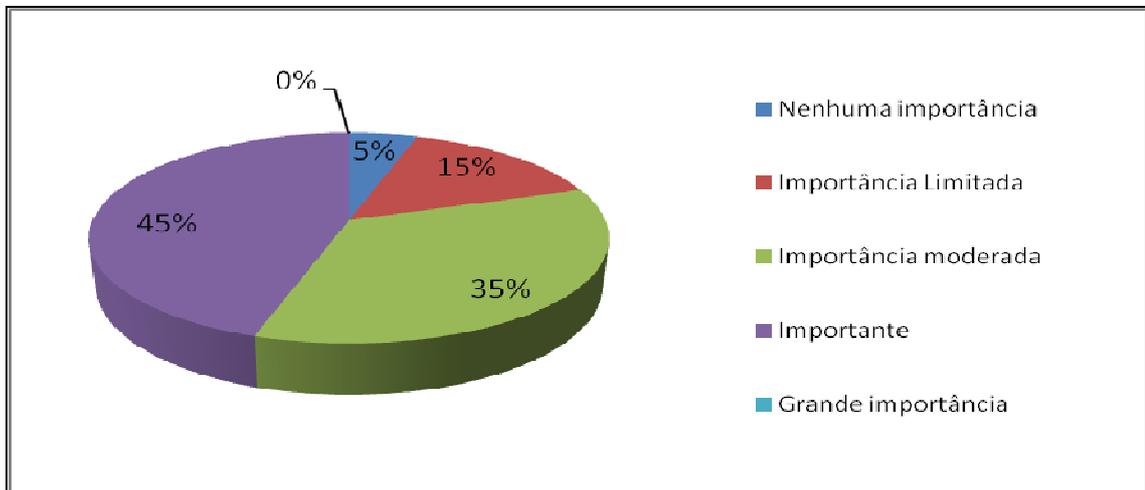


GRÁFICO 10.12: Importância do gerenciamento de fadiga para a empresa

Valores obtidos na análise da existência de um sistema de gerenciamento de fadiga na organização contrastam com o reconhecimento pelos participantes do impacto da mesma na segurança das atividades de manutenção aeronáutica (Gráfico 10.13). Nesse caso, apesar de 60% dos pesquisados responderem que o assunto é reconhecido como uma questão de segurança pela organização, apenas 35% dos mesmos revelou que sua área na empresa apresenta gerenciamento de fadiga (Gráfico 10.14).

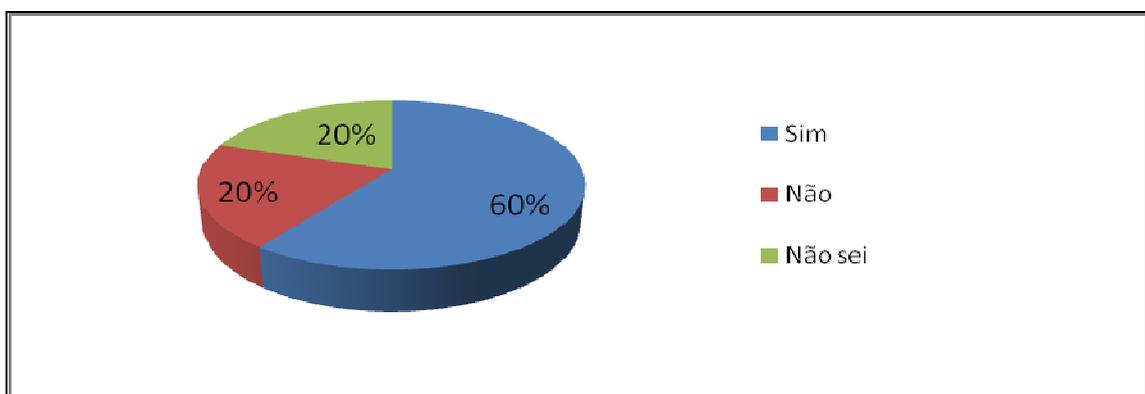


GRÁFICO 10.13: Reconhecimento do gerenciamento de fadiga como questão de segurança

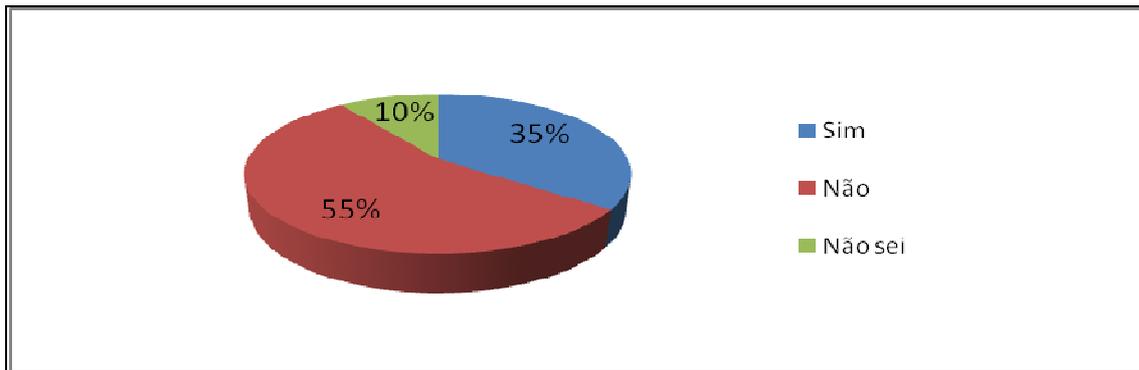


GRÁFICO 10.14: Existência de gerenciamento de fadiga na organização

A inconsistência entre o reconhecimento do impacto da fadiga na segurança da manutenção aeronáutica e as ações praticadas pelas organizações não é verificada quando pesquisado a existência de treinamento em gerenciamento de fadiga. Praticamente a mesma porcentagem de participantes que indicaram o gerenciamento de fadiga como questão de segurança (60%) também informaram que sua empresa oferece treinamento no assunto (55%). Portanto, o grande degrau entre a necessidade e o praticado pelas organizações está na criação e aplicação do gerenciamento de fadiga, já que a relevância do tema é considerada pela maioria dos pesquisados e seu treinamento também é oferecido pela maioria das empresas.

Quando comparado a resultados obtidos pelo FAA, a pesquisa mostrou valores diferenciados em relação à importância, ao reconhecimento e a existência de gerenciamento de fadiga, sendo os mesmos iguais a 51%, 82% e 25% respectivamente.

10.5. Pró-atividade em Suportar Fatores Humanos

A linha de frente na promoção de um ambiente mais seguro na manutenção aeronáutica é formada pela gerência e diretoria das organizações. As decisões dessas áreas refletem no comprometimento de toda a equipe envolvida, pois o impacto das mesmas pode, por exemplo, limitar tarefas onde a segurança está exposta a riscos ou manter a execução das mesmas em função de interesses comerciais (CAA, 2002b).

O suporte ativo da diretoria/gerência em palavras e ações para o programa de fatores humanos foi indicado por 60% dos participantes, sendo que 30% concordam completamente e 30% concordam com o mesmo. No entanto, um número razoável dos pesquisados (25%) revelaram não existir qualquer apoio dessa área ao programa de fatores humanos, conforme apresentado no Gráfico 10.15.

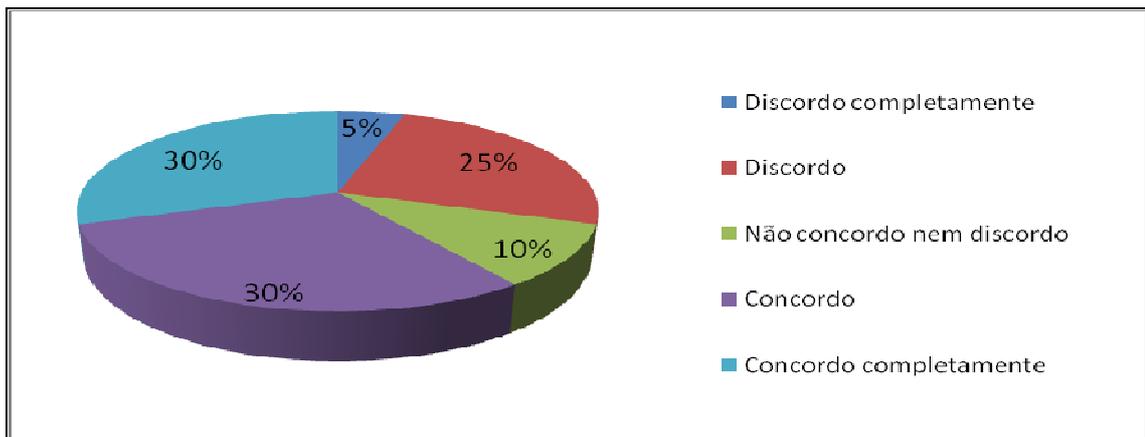


GRÁFICO 10.15: Suporte da gestão da empresa ao programa de fatores humanos

Segregando os dados por grupos (Tabela 10.8), a discordância em relação ao apoio da gestão é mais intensa no grupo 01, onde a mesma foi apontada por 40% dos participantes. O inverso dessa situação é verificado pelo valor informado pelos integrantes do grupo 02, sendo que 50% revelaram concordar completamente com a existência de apoio ao programa de fatores humanos por parte da gestão da organização.

TABELA 10.8: Apoio com palavras e ações da gestão ao programa de fatores humanos na manutenção

Alternativas	Grupo 01 (%)	Grupo 02 (%)	Média Geral (%)	Média FAA (%)
Discordo completamente	10	0	05	---
Discordo	40	10	25	---
Não concordo nem discordo	10	10	10	---
Concordo	30	30	30	65
Concordo completamente	10	50	30	

A existência de comunicação aberta com os funcionários por parte da gestão é necessária para promover o entendimento e compreensão sobre o assunto fatores humanos dentro da organização. Dessa forma, o comprometimento com as ações de segurança é aumentado, pois todos os membros envolvidos são considerados responsáveis e atuantes perante o programa de fatores humanos da empresa (ICAO, 2003).

A fim de identificar a participação dos funcionários no programa de fatores humanos, os pesquisados foram questionados sobre a existência e funcionamento de um canal de comunicação formal para apresentações de sugestões (Gráfico 10.16). Novamente, a diferença entre o desejável e a prática ficou evidente. A maioria dos participantes discordou da existência de um canal formal de comunicação para a apresentação de sugestões em fatores humanos. Apenas 35% acusaram a existência do mesmo.

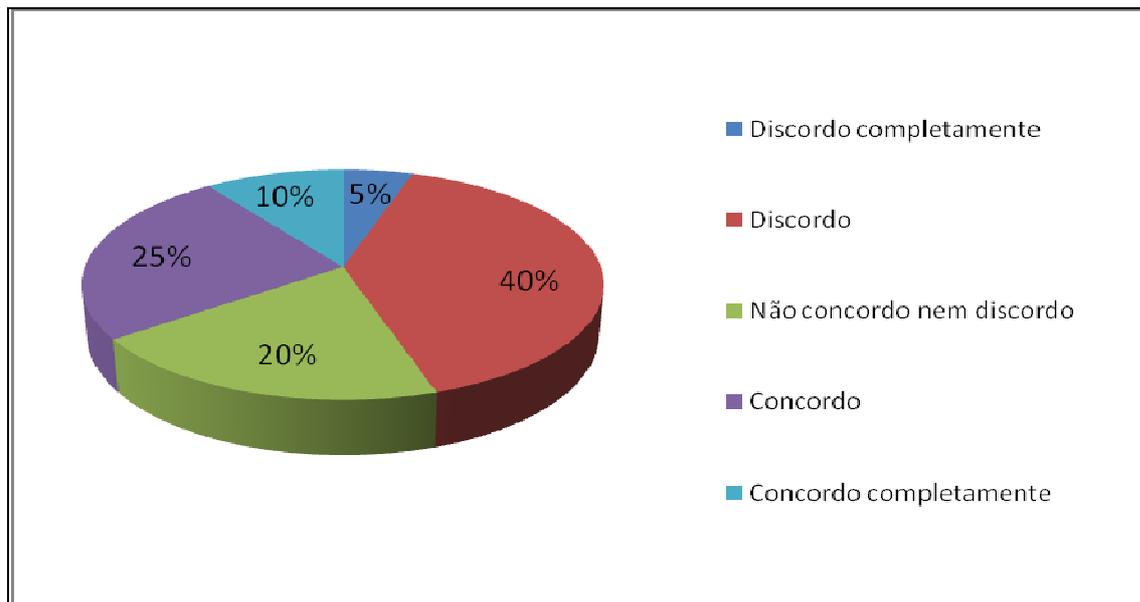


GRÁFICO 10.16: Existência de um canal formal para fatores humanos

Quando estratificados em função do porte da empresa, percebe-se que o problema é encontrado principalmente em empresas menores, sendo indicada a falta de canal formal para sugestões em fatores humanos por 70% dos integrantes do grupo 02.

Outro ponto relevante foi a grande diferença encontrada entre a pesquisa feita pelo FAA e os dados obtidos das organizações nacionais. Somando-se as alternativas concordo e concordo completamente, o FAA apresentou um valor de 59%. O mesmo é bem superior ao apresentado pelas empresas participantes, o qual foi de 35%, conforme apresentado na Tabela 10.9. Isso revela a presumível necessidade de avanços por parte das organizações nacionais em relação à criação de mecanismos internos de comunicação sobre fatores humanos.

TABELA 10.9: Existência de meio formal para que funcionários apresentem sugestões sobre questões em fatores humanos

Alternativas	Grupo 01 (%)	Grupo 02 (%)	Média Geral (%)	Média FAA (%)
Discordo completamente	10	0	05	---
Discordo	10	70	40	---
Não concordo nem discordo	30	10	20	---
Concordo	40	10	25	59
Concordo completamente	10	10	10	

Corroborando com a deficiência do canal de comunicação para apresentação de sugestões sobre o assunto, o Gráfico 10.17 mostra os dados obtidos sobre a existência de reuniões regulares entre o especialista da empresa para fatores humanos e a gerência da organização, os quais revelaram um grande distanciamento entre os mesmos. Nesse caso, somente 5% dos participantes concordaram sobre a presença de contatos regulares entre o especialista e a gerência. A grande maioria, 75% dos participantes, discorda ou discorda completamente sobre a existência de reuniões regulares entre ambos.

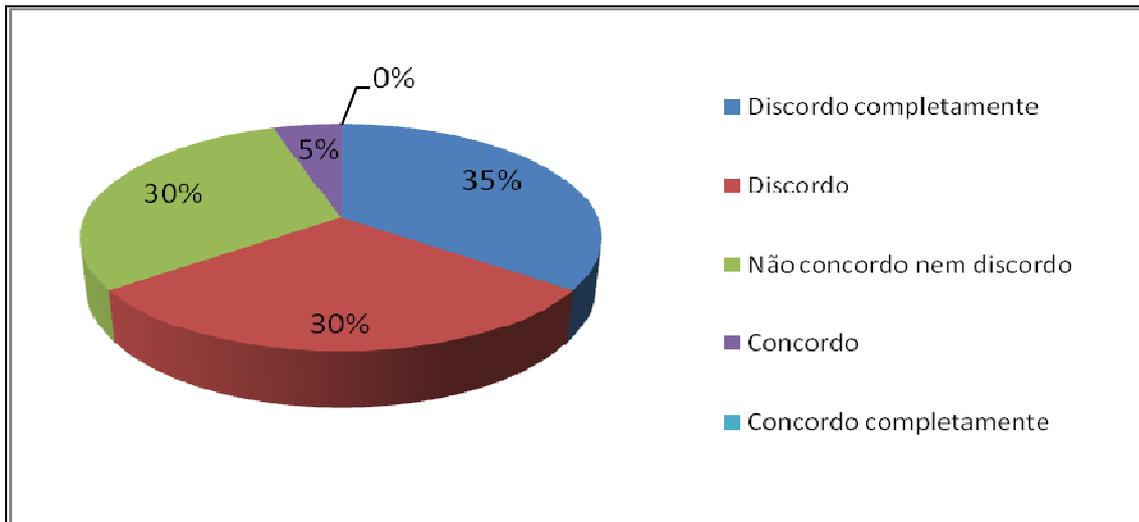


GRÁFICO 10.17: Existência de um método formal para comunicação entre o especialista de fatores humanos e a gerência

O reconhecimento da importância da pró-atividade em fatores humanos foi apontada por 70% dos participantes (Gráfico 10.18). No entanto, 10% dos pesquisados afirmaram que o tema não é contemplado explicitamente no orçamento da organização e os outros 90% desconhecem sobre o assunto (Tabela 10.10).

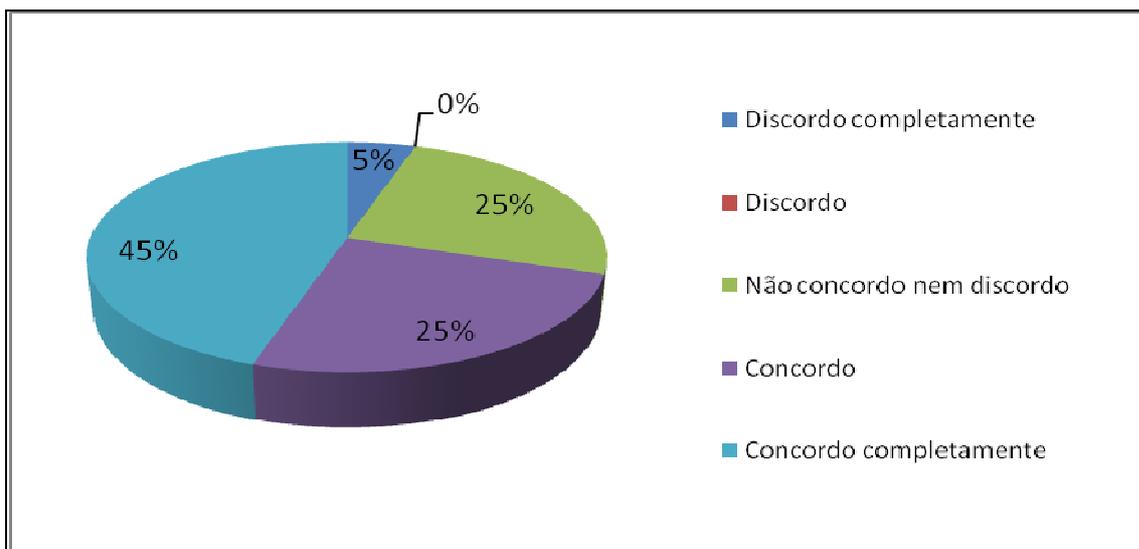


GRÁFICO 10.18: Reconhecimento do valor da pró-atividade do programa de fatores humanos

TABELA 10.10: Existência de provisão no orçamento para as intervenções necessárias em função de fatores humanos.

Alternativas	Grupo 01 (%)	Grupo 02 (%)	Média Geral (%)	Média FAA (%)
Sim	0	0	0	12
Não	20	0	10	---
Não sei	80	100	90	---

No que tange a participação da empresa em algum programa de segurança para a comunicação voluntária de erros humanos, metade dos pesquisados afirmaram positivamente em relação a participação (50%), a outra metade revelou que não a mesma não participa do referido programa (50%).

Quando separados em grupos, os resultados foram similares. No caso da não participação, os resultados do grupo 01 e do grupo 02 foram respectivamente 40% e 60%. Em relação à resposta positiva de participação, 60% e 40% foram os valores apresentados pelos grupos 01 e 02, respectivamente.

A respeito da participação ativa das organizações em grupos de trabalho sobre fatores humanos nas áreas de governo e indústria, o Gráfico 10.19 mostra que nenhum dos pesquisados concordou com algum nível de participação de sua empresa com as áreas citadas. Do total dos respondentes, 40% desconhecem sobre o assunto, 5% discordam e 55% discordam completamente.

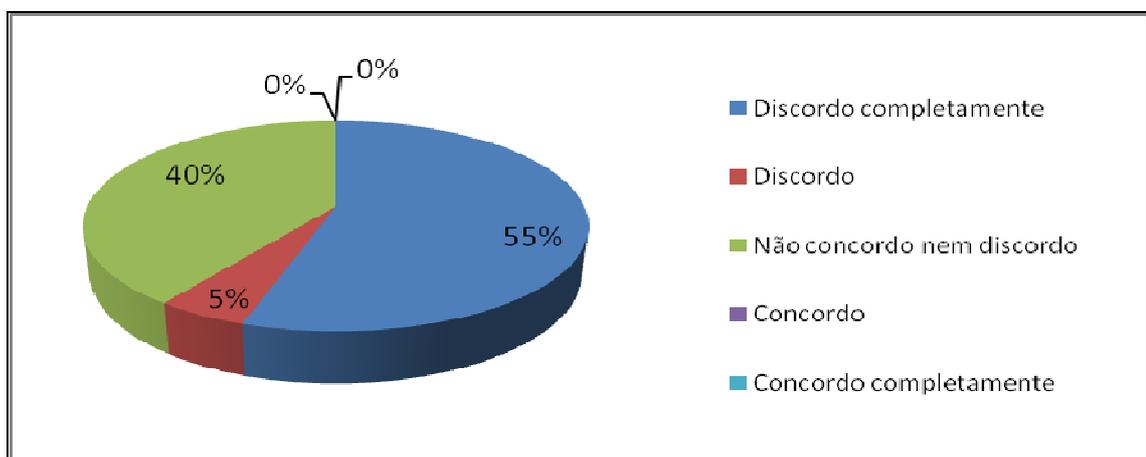


GRÁFICO 10.19: Participação ativa da empresa em grupos de trabalho sobre fatores humanos nas áreas de governo e indústria

Comparados com dados da pesquisa do FAA, a falta de mobilização e discussão sobre o assunto no âmbito governamental e privado pelas empresas nacionais é bastante significativa (Tabela 10.11). Enquanto nenhuma resposta positiva foi obtida pelo presente trabalho, 36% dos respondentes da pesquisa FAA indicaram que os mesmos são participantes ativos em grupos de fatores humanos na indústria e no governo. Esse fato revela que o assunto é pouco difundido nos meios governamentais e empresariais, sendo necessária a criação de estímulos que promovam a interação entre os diferentes grupos envolvidos com o tema. Essa iniciativa aumentaria a troca de experiências e o compartilhamento das melhores práticas abordadas em fatores humanos por diferentes organizações.

TABELA 10.11: Grau de participação ativa da empresa em grupos de trabalho sobre fatores humanos nas áreas de governo e indústria

Alternativas	Grupo 01 (%)	Grupo 02 (%)	Média Geral (%)	Média FAA (%)
Discordo completamente	10	100	55	---
Discordo	10	0	05	---
Não concordo nem discordo	80	0	40	---
Concordo	0	0	0	36
Concordo completamente	0	0	0	

10.6. Motivação para o Programa de Fatores Humanos e Segurança

A fim de estabelecer a percepção dos participantes em relação aos principais aspectos motivacionais para a criação de um programa voltado aos fatores humanos na organização, alguns itens foram questionados separadamente visando identificar o grau de influência de cada um.

Os itens abordados foram:

- Conformidade com os requisitos regulatórios;
- Segurança de vôo;
- Segurança no trabalho;
- Custo.

Avaliando em conjunto os itens, pode ser observada no Gráfico 10.20 uma ordem de importância atribuída pelos participantes, onde o item segurança de voo foi considerado o aspecto mais relevante para motivação de um programa de fatores humanos. A classificação do mesmo como de grande importância e importante foi indicada por 60% e 30% dos respondentes, respectivamente, totalizando 90% do total. Em segundo lugar, a conformidade com os requisitos regulatórios foi citada por 30% dos participantes como sendo de grande importância em termos de motivação.

A segurança no trabalho avaliada como fator motivador teve 10% de suas respostas classificadas como de grande importância, enquanto o aspecto custo não obteve nenhuma resposta classificada desse modo.

Os resultados mostraram a segurança de voo como principal motivador para um programa de fatores humanos, o que evidencia uma característica positiva pela relevância dada à mesma. Porém, a baixa atribuição do item custo como fator motivador, provavelmente indica uma percepção de que o programa de fatores humanos está associado a gastos realizados da organização no desenvolvimento de ações de segurança. A evolução dessa percepção seria benéfica ao programa de fatores humanos, pois o mesmo deixaria de ser visto como um “mal necessário” na organização e passaria a representar um potencial redutor de gastos através da eliminação de despesas referentes aos prejuízos causados pelos erros humanos.

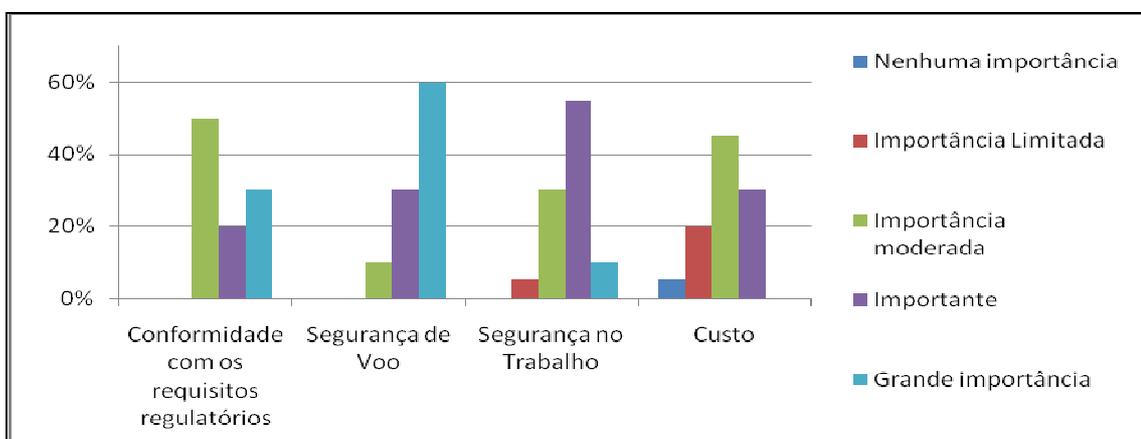


GRÁFICO 10.20: Grau de influência na motivação do programa de fatores humanos

10.7. Métricas para Fatores Humanos

A prática de analisar dados e compará-los com normas e padrões estabelecidos é necessária para validar ações e procedimentos em andamento relativos ao programa de fatores humanos. O estabelecimento de auditorias onde dados são coletados, analisados, armazenados e retornados a equipe através da apresentação de resultados cria as condições básicas para o monitoramento das práticas de fatores humanos e direciona os esforços necessários para a minimização dos erros humanos no ambiente de manutenção aeronáutica (CAA, 2002a).

Questionados sobre a realização de auditorias formais em fatores humanos nas suas organizações, 55% dos participantes informaram não existir essa prática na empresa. Outros 20% desconhecem sobre o assunto e apenas 25% confirmaram a presença das mesmas em suas organizações, como mostra o Gráfico 10.21.

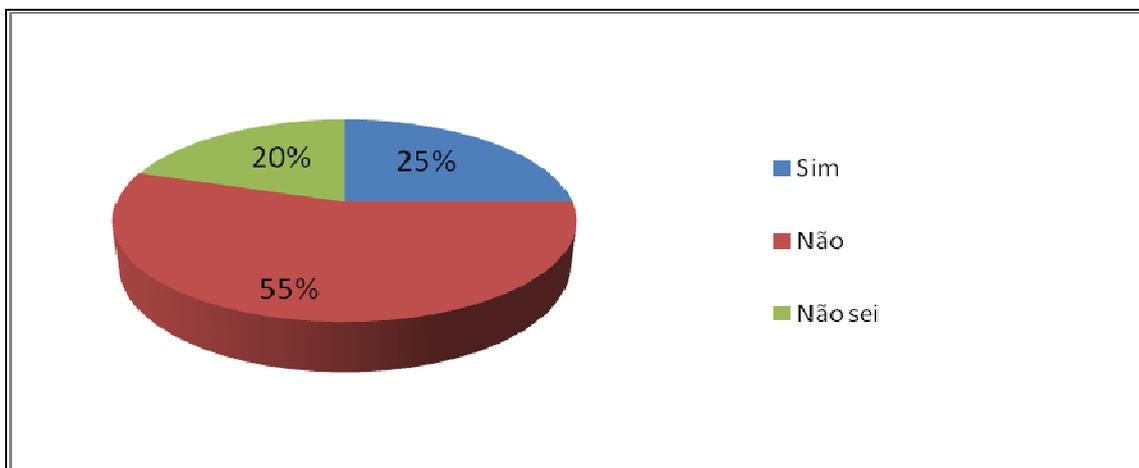


GRÁFICO 10.21: Presença nas organizações de auditorias formais em fatores humanos

A falta da auditoria compromete todo o sistema de segurança das atividades de manutenção aeronáutica, pois não são levantados dados comparativos das ações desenvolvidas em fatores humanos. A falta dos

mesmos inviabiliza uma análise correta do programa empregado na empresa, não permitindo verificar a eficiência e eficácia das ações tomadas em relação ao assunto. Nesse caso, os riscos associados aos erros humanos presentes na organização podem ser extremamente altos.

Quando segregados em função do porte das empresas, os resultados demonstram que essa situação é mais agravante nas empresas de manutenção menores, onde 80% dos pesquisados pertencentes ao grupo 02 revelaram que sua organização não possui auditoria formal em fatores humanos, como apresentado na Tabela 10.12.

A média apresentada pela pesquisa do FAA também revela um valor baixo em relação à existência dessa atividade nas empresas (31%).

TABELA 10.12: Realização de auditoria formal em fatores humanos

Alternativas	Grupo 01 (%)	Grupo 02 (%)	Média Geral (%)	Média FAA (%)
Sim	50	0	25	31
Não	30	80	55	---
Não sei	20	20	20	---

Em relação aos participantes que afirmaram possuir auditorias formais em fatores humanos, quando questionados sobre a programação de auditoria no período de 2010/2011, 60% dos mesmos indicaram que houve ou que estava planejada uma auditoria formal, 35% não sabiam sobre a programação e 5% afirmaram que não ocorreu ou não ocorreria uma auditoria no período de 2010/2011. Lembrando que a pesquisa foi realizada durante os últimos dois meses de 2010.

Conforme previsto, em função da pequena aderência dos centros de manutenção na realização de auditorias formais, a realização de cálculo para medição dos benefícios econômicos advindos do programa em fatores humanos não foi indicada por nenhum dos participantes (Gráfico 10.22), embora 55% afirmaram que os dados sobre o retorno do investimento em fatores humanos devem ser melhorados na organização.

Aproximadamente 10% dos pesquisados pelo FAA afirmaram que suas organizações calculam em termos econômicos o custo-benefício das ações em fatores humanos para justificá-las.

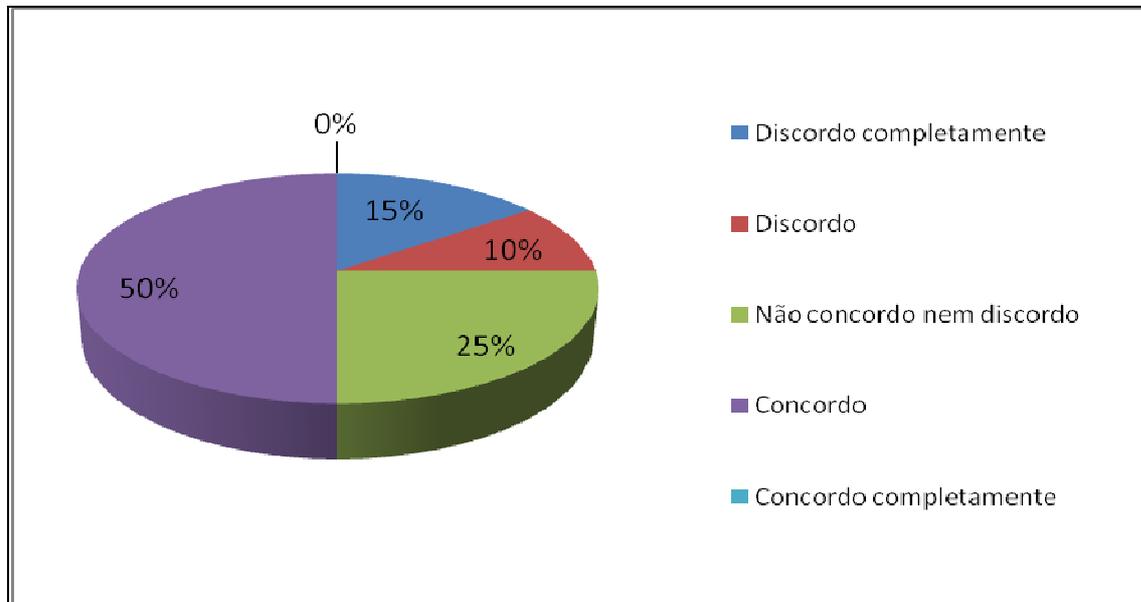


GRÁFICO 10.22: Realização de cálculo sobre efeitos econômicos em função de acidentes e incidentes ocorridos na organização

Em relação aos efeitos econômicos, 50% dos participantes da presente pesquisa concordaram que o impacto dos acidentes e incidentes na organização são medidos.

Os dados revelam a preocupação das empresas em quantificar os efeitos econômicos dos desvios ocorridos, porém não é feita qualquer avaliação desses efeitos quando considerados os possíveis ganhos provenientes das ações em fatores humanos. Essa tratativa demonstra um comportamento reativo das organizações ao invés da exposição dos aspectos positivos no desenvolvimento de ações voltadas a prevenção do erro humano nas atividades de manutenção aeronáutica.

10.8. Suporte dos Órgãos Regulamentadores de Aviação

Nas últimas décadas, a maioria dos estudos e investigações sobre fatores humanos no domínio da aviação centrou-se sobre as tripulações de voo, procedimentos operacionais e design da cabine de pilotagem. No entanto, nos últimos 15 anos, as agências de aviação como a europeia European Aviation Safety Agency (EASA) e as americanas Federal Aviation Administration (FAA) e Air Transport Association (ATA), além da International Air Transport Association (IATA), têm mantido programas de pesquisas em fatores humanos e no desenvolvimento de aplicações para essa área, além de administrarem treinamentos relacionados a fatores humanos na manutenção da aviação (MADDOX, 2010).

Os centros de manutenção da aviação comercial e organizações de instrução também têm desenvolvido programas de treinamento em fatores humanos para atender as regulamentações criadas pela agência europeia EASA. Nesse aspecto, a autoridade europeia foi a pioneira na implantação de exigências aos centros de manutenção aeronáuticos em relação aos fatores humanos. Para que empresas de manutenção sejam certificadas pelo órgão europeu de aviação, as mesmas devem comprovar a existência de treinamento em fatores humanos e a capacitação de seus mecânicos e inspetores aeronáuticos nessa disciplina. Os requisitos são encontrados na norma Part 145, Seção Anexo II, Seção 30 (e) das regulamentações da EASA (2003b):

“(e) A organização deve estabelecer e controlar a competência do pessoal envolvido nas operações de manutenção, gestão e / ou auditorias de qualidade, em conformidade com um procedimento e um padrão aprovado pela autoridade competente. Além das competências necessárias à função do trabalho, a competência deve incluir uma compreensão da aplicação dos fatores humanos e questões de desempenho humano correspondente à função de cada pessoa na organização "Fatores humanos" significam princípios aplicáveis ao design, à certificação, treinamento, operação e manutenção que procuram uma interface segura entre os componentes do sistema de recursos humanos e outros através de uma análise adequada do desempenho humano. "O desempenho humano" corresponde a capacidades e limitações humanas que têm impacto sobre a segurança e eficiência das operações aeronáuticas”.

Até julho de 2005, as regulamentações americanas Federal Aviation Regulations (FARs) não continham requisitos explícitos para fatores humanos, apesar de alguns regulamentos relacionados ao “desempenho” da manutenção aeronáutica demonstrarem considerações sobre fatores humanos, eles não invocam orientações específicas a normas ou procedimentos em fatores humanos de forma explícita (FAA, 1965, 2001a, 2001b, 2007).

Em julho de 2005, o órgão americano FAA emitiu o documento Flight Standards Handbook Bulletin for Airtworthiness (HBAW), Ordem 8300.10 - apêndice 3 , o qual introduziu um novo requisito em fatores humanos no currículo do processo de aprovação de treinamento de centros de manutenção aeronáutica. O conteúdo do currículo é espelhado nos requisitos de treinamento em fatores humanos exigidos pelo órgão europeu. Além disso, como complementação, o FAA emitiu também a Advisory Circular (AC) 145-10, que define a posição da FAA em relação aos fatores humanos como parte integrante do programa de formação de mecânicos de manutenção.

No Brasil, a norma IAC 060-1002: Treinamento em Gerenciamento de Recursos de Equipes (Corporate Resource Management - CRM) de 14 de abril de 2005 (ANAC, 2005) estabelece obrigações aos centros de manutenção aeronáutica para a criação de um programa de treinamento em gerenciamento de recursos de equipes (Quadro 10.1). A mesma não detalha regulamentações específicas para fatores humanos, apenas menciona como sugestão uma grade curricular para treinamento básico sobre o assunto.

ÁREA CURRICULAR	DISCIPLINAS E UNIDADES	CARGA HORÁRIA	OBJETIVOS ESPECÍFICOS
MÓDULO BÁSICO (I)	FATORES HUMANOS (FH)	02 h	Identificar a conceituação básica de Fatores Humanos (FH)
	Histórico e Definições Fatores Humanos (FH) e Ergonomia	01h	Relacionar histórico e definições sobre Fatores Humanos (FH) e Ergonomia
	Modelos de Fatores Humanos (FH) e sua aplicabilidade na organização – <i>Reason</i> , <i>SHELL</i> e outros	01h	Identificar os modelos de estudo de Fatores Humanos (FH) e a importância de sua aplicabilidade no Sistema de Aviação Civil (SAC)

QUADRO 10.1: Sugestão de grade curricular para treinamento dos conceitos iniciais em CRM

Fonte: ANAC, 2005.

Quando perguntados sobre o apoio recebido pela entidade regulamentadora de aviação para a criação de um programa de fatores humanos, o Gráfico 10.23 mostra que apenas 10% dos participantes responderam que recebem apoio de sua principal entidade regulamentadora de aviação. A quantidade de pesquisados que discordaram sobre o recebimento de apoio da mesma é de 35%, sendo que a maioria dos respondentes indicou desconhecimento sobre o apoio da entidade regulamentadora (50%).

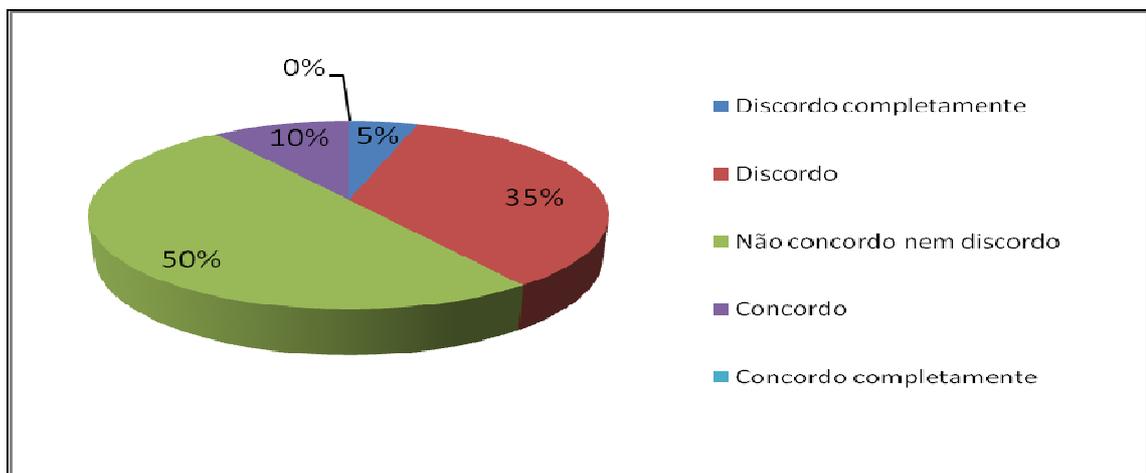


GRÁFICO 10.23: Existência de apoio por parte da principal entidade regulamentadora de aviação

A discordância é maior entre os participantes pertencentes ao grupo 02, sendo que 60% dos mesmos discordam em relação ao recebimento de apoio da entidade regulamentadora de aviação. No grupo 01, 10% dos pesquisados discordam completamente e 10% discordam sobre o mesmo apoio (Tabela 10.13).

Os valores estão bem abaixo dos obtidos pelo FAA, os quais indicam que 40% de seus participantes concordam ou concordam completamente com o recebimento de apoio de suas entidades regulamentadoras.

TABELA 10.13: Recebimento de apoio da entidade regulamentadora na concepção e implantação do programa de fatores humanos.

Alternativas	Grupo 01 (%)	Grupo 02 (%)	Média Geral (%)	Média FAA (%)
Discordo completamente	10	0	05	---
Discordo	10	60	35	---
Não concordo nem discordo	70	30	50	---
Concordo	10	10	10	
Concordo completamente	0	0	0	40

Quanto à proximidade em relação ao trabalho desenvolvido pelo órgão regulamentador de aviação, os valores levantados mostraram que 50% dos pesquisados discordam quando questionados se trabalham de forma estreita com o órgão regulamentador aeronáutico para acompanhamento do programa de fatores humanos da organização, sendo que outros 20% dos participantes discordam completamente sobre essa questão (Gráfico 10.24). Nenhum dos pesquisados indicou concordância sobre essa forma de trabalho junto ao órgão regulamentador aeronáutico e 30% das respostas opinaram que não concordam nem discordam da mesma.

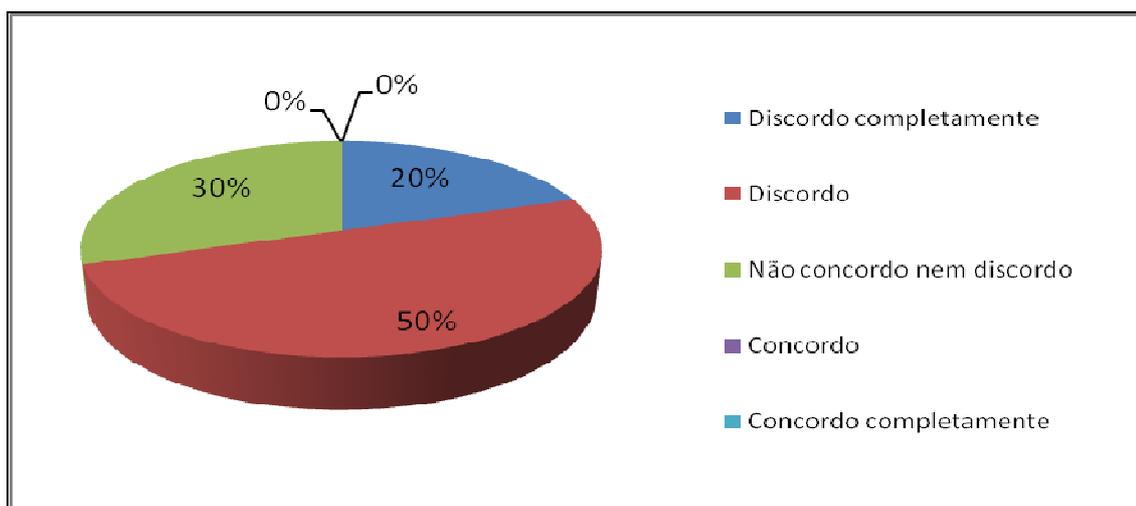


GRÁFICO 10.24: Acompanhamento do órgão regulador de aviação ao programa de fatores humanos da organização de forma próxima

Comparados com dados da pesquisa do FAA, o acompanhamento do programa de fatores humanos pelo órgão regulador de aviação nos centros de manutenção aeronáutica pesquisados não apontou nenhuma resposta positiva. Situação bastante diferente da apresentada pelos centros participantes da pesquisa do FAA, onde 34% indicaram a existência de acompanhamento por parte dos órgãos reguladores de aviação (Tabela 10.14).

TABELA 10.14: Acompanhamento do programa de fatores humanos pelo órgão regulador aeronáutico

Alternativas	Grupo 01 (%)	Grupo 02 (%)	Média Geral (%)	Média FAA (%)
Discordo completamente	10	30	20	---
Discordo	30	70	50	---
Não concordo nem discordo	60	0	30	---
Concordo	0	0	0	34
Concordo completamente	0	0	0	---

10.9. Políticas da Organização

As políticas da organização representam a sua visão e seu comprometimento formal através da documentação de suas regras e seus regulamentos. Os mesmos incluem todos os aspectos importantes para sua atuação, como: políticas de atendimento, políticas de segurança, políticas de abusos e violações, processos de fluxo de trabalho, melhoria contínua e assim por diante. Uma vez gravados e documentados, as políticas e procedimentos devem estar disponíveis para referência de todos os membros da empresa, fazendo desses documentos um meio de consulta e resolução da maioria dos conflitos envolvendo a organização.

Dentre as políticas pesquisadas durante a aplicação de questionário nas organizações, a política de garantia de qualidade é responsável pelo controle da qualidade e pelo apoio logístico. Os processos presentes na empresa de manutenção aeronáutica envolvendo a certificação de alterações nas aeronaves, reparos, manutenção e inspeção para o cumprimento das regulamentações oficiais de aviação são de responsabilidade da área de controle da qualidade. O apoio logístico representado pela política de garantia da qualidade é responsável pelo controle de componentes e manutenção do estoque de peças e materiais. Além disso, o mesmo gerencia a aquisição e reparação de equipamentos da aeronave, seus componentes e equipamentos aviônicos (ICAO, 2003).

Conforme mostrado pelo Gráfico 10.25, a maioria dos participantes (40%) revelou não possuir uma política formal de qualidade ou algum programa de melhoria contínua na empresa. Entre os outros 60% restantes, metade (30%) informou desconhecer sobre a existência das mesmas e metade (30%) indicou a presença de uma política formal de qualidade ou de melhoria contínua em sua organização.

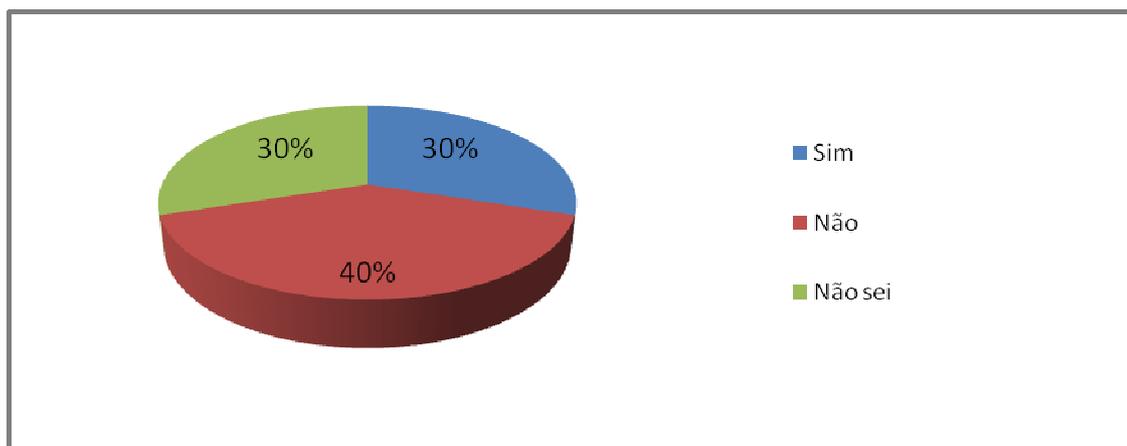


GRÁFICO 10.25: Presença de política formal de qualidade ou de um programa de melhoria contínua

Quando separados em grupos, os resultados apresentaram diferenças significantes. No caso da existência de um programa formal de qualidade ou de um programa de melhoria contínua, os resultados do grupo 01 e do grupo 02 foram respectivamente 50% e 10% (Tabela 10.15). Em relação à resposta negativa, 20% e 60% foram os valores apresentados pelos grupos 01 e 02, respectivamente. A porcentagem de 30% foi igual para ambos os grupos quanto a falta de conhecimento sobre o assunto pelos participantes. Os dados obtidos revelaram que aspectos como o porte da empresa e a necessidade do atendimento de requisitos de órgãos internacionais de aviação provavelmente exercem influência positiva sobre o desenvolvimento de políticas voltadas a qualidade e melhorias dos processos presentes na organização.

TABELA 10.15: Existência de programa formal de qualidade ou um programa de melhoria contínua na empresa.

Alternativas	Grupo 01 (%)	Grupo 02 (%)	Média Geral (%)	Média FAA (%)
Sim	50	10	30	72
Não	20	60	40	---
Não sei	30	30	30	---

Em relação aos participantes que afirmaram possuir política formal de qualidade, quando questionados sobre a abordagem de forma explícita de fatores humanos pela mesma, apenas 5% deles indicaram a existência da

dessa forma de abordagem (Gráfico 10.26). Do restante dos pesquisados, 20% desconheciam sobre a mesma e 75% afirmaram que não existia nenhuma abordagem explícita de fatores humanos em sua política

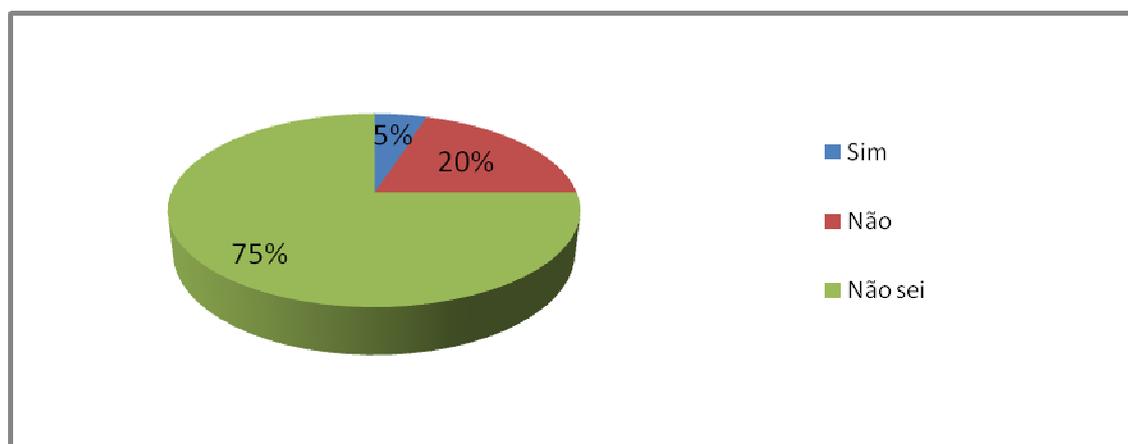


GRÁFICO 10.26: Abordagem de conteúdo sobre fatores humanos pelo programa de garantia da qualidade

Comparados com os dados da pesquisa do FAA, a falta de abordagem explícita em fatores humanos pela garantia da qualidade nas organizações nacionais é bastante significativa, conforme mostra a Tabela 10.16. Enquanto 46% dos respondentes da pesquisa FAA indicaram existência de abordagem explícita em fatores humanos pelo seu programa de garantia da qualidade, o valor obtido nas empresas participantes da presente pesquisa foi de apenas 5%. Isso demonstra que os fatores humanos são pouco considerados na elaboração da política da qualidade pelos centros de manutenção aeronáutica pesquisados.

TABELA 10.16: Abordagem explícita fatores humanos programa de garantia da qualidade.

Alternativas	Grupo 01 (%)	Grupo 02 (%)	Média Geral (%)	Média FAA (%)
Sim	10	0	05	46
Não	40	0	20	44
Não sei	50	100	75	10

No caso de uma política de segurança, a mesma deve identificar regras e regulamentos em detalhes suficientes para tornar claro que a segurança é considerada importante. Também deve ser capaz de oferecer informações objetivas para todos os funcionários quanto à política da empresa em relação às questões ligadas à segurança. Dessa forma, a política deverá ser publicada e divulgada para todos os empregados, incluindo membros externos que trabalhem no ambiente da organização (CAA, 2002a).

Consultados sobre a existência de uma política formal de segurança na organização, 65% dos pesquisados indicaram a existência da mesma, 35% responderam que uma política de caráter informal existe (Gráfico 10.27). Não houve nenhuma resposta relatando a falta de uma política de segurança.

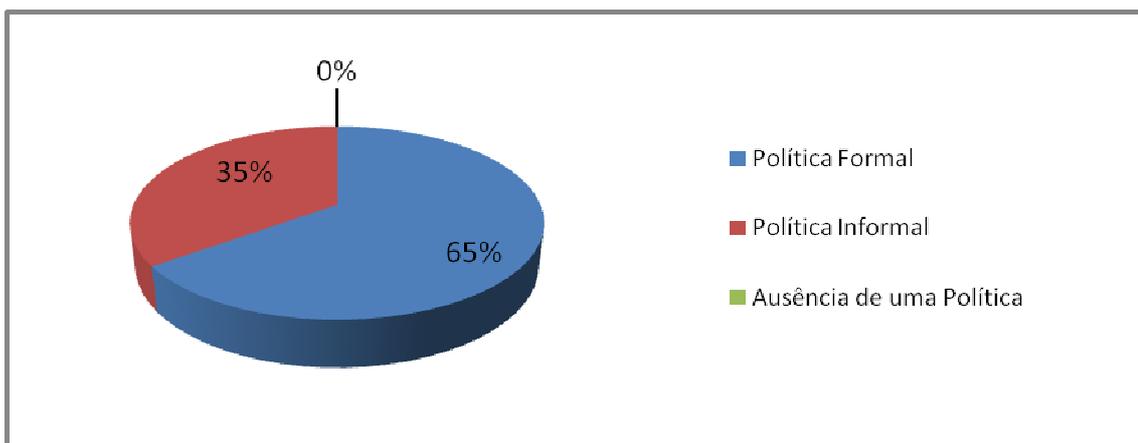


GRÁFICO 10.27: Existência de política formal de segurança

Quando separados em grupos, os resultados apresentaram diferenças significativas, conforme apresentado na Tabela 10.17. No caso da política formal, os resultados do grupo 01 e do grupo 02 foram respectivamente 90% e 40%, demonstrando que o porte da empresa influencia na presença de regras e regulamentos documentados para o estabelecimento da política de segurança. A situação inversa é notada quanto aos valores apresentados para a existência de uma política de segurança informal, sendo os valores iguais a 10% e 60% para os grupos 01 e 02, respectivamente. Em relação aos dados obtidos pelo órgão FAA, os mesmos indicaram que 89% possuem uma política

formal e 08% uma política informal. Esses números são muito próximos dos apresentados pelo grupo 01.

TABELA 10.17: Tipo de política de segurança da empresa

Alternativas	Grupo 01 (%)	Grupo 02 (%)	Média Geral (%)	Média FAA (%)
Política Formal	90	40	65	89
Política Informal	10	60	35	08
Ausência de Política	0	0	0	---

A distribuição em relação presença de uma política para aplicação dos fatores humanos, no geral, apresentou valores semelhantes aos obtidos sobre a política de segurança (Gráfico 10.28). A proporção indicada para a presença de uma política formal para aplicação dos princípios de fatores humanos por escrito foi de 65%. A quantidade que indicou a existência de uma política informal para esse propósito foi de 30%, sendo que o restante (5%) revelou a ausência de uma política para essa finalidade na empresa.

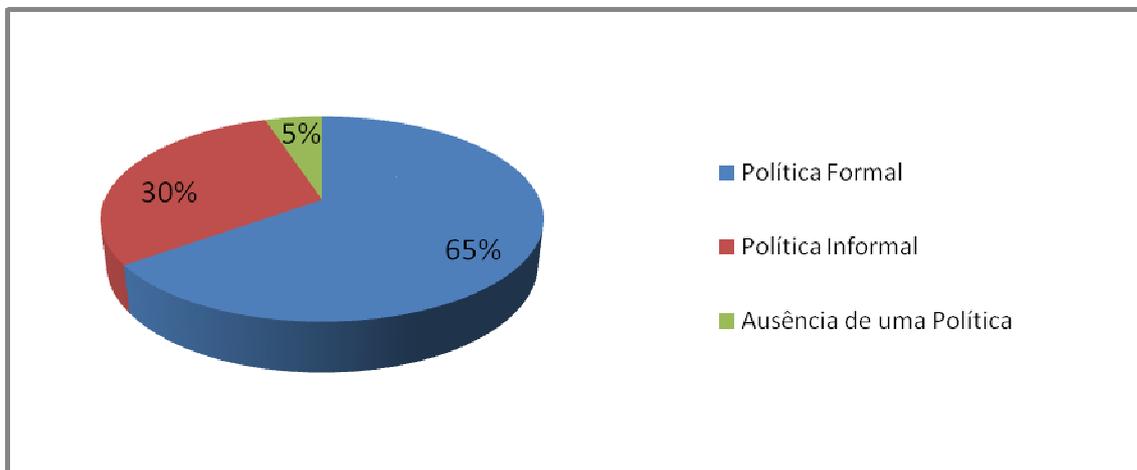


GRÁFICO 10.28: Presença de política para aplicação de fatores humanos por escrito

Outro ponto avaliado foi a presença de uma política para troca de turnos nas organizações pesquisadas. As trocas de turnos são períodos críticos nas atividades de manutenção de aeronaves porque os funcionários devem trocar

informações cruciais durante o revezamento entre o término de um turno e o começo de outro.

Sobre esse aspecto, conforme o Gráfico 10.29, apenas 30% dos pesquisados responderam possuir uma política formal de troca de turno. Outros 10% indicaram a existência de uma política informal e a maior parte dos participantes (60%) revelou ausência de uma política de troca de turnos na empresa.

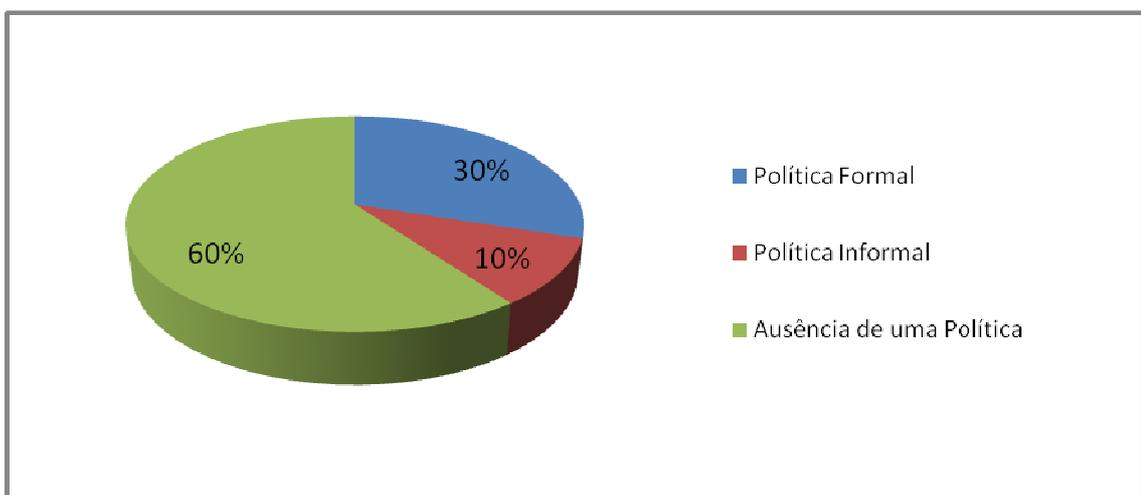


GRÁFICO 10.29: Presença de política para troca de turnos

Uma passagem eficiente e eficaz de turnos requer o cumprimento de políticas, procedimentos, diretrizes de planejamento, trabalho em equipe e práticas de comunicação. Eventos envolvendo acidentes e incidentes pelo intercâmbio inadequado de informações nas organizações de manutenção aeronáutica mostraram o grande risco associado a falta de uma política de troca de turnos (JIANG et. al., 2002).

Quando segregados em função do porte das empresas, os resultados demonstram que 100% dos pesquisados pertencentes ao grupo 02 revelaram que sua organização não possui política formal ou informal de troca de turnos (Tabela 10.18).

A média apresentada pela pesquisa do FAA também revela valor igual ao apresentado pelo grupo 01 em relação à existência dessa política formal nas empresas (60%).

A falta de uma política de troca de turnos pelas empresas do grupo 02 provavelmente pode ser justificada pela presença de apenas 01 turno na organização.

TABELA 10.18: Existência de política para a troca de turnos na organização

Alternativas	Grupo 01 (%)	Grupo 02 (%)	Média Geral (%)	Média FAA (%)
Política Formal	60	0	30	60
Política Informal	20	0	10	22
Ausência de Política	20	100	60	---

Quando perguntados sobre a existência de uma política de planejamento que considerasse as limitações do desempenho humano na execução das atividades de manutenção aeronáutica, o Gráfico 10.30 mostra que 60% dos respondentes informaram que sua organização não possui tal política. A porcentagem dos participantes que indicaram a presença de uma política informal foi de 25%. Os outros 15% responderam que sua empresa possui uma política formal de planejamento que considera as limitações humanas no desempenho das atividades de manutenção aeronáutica.

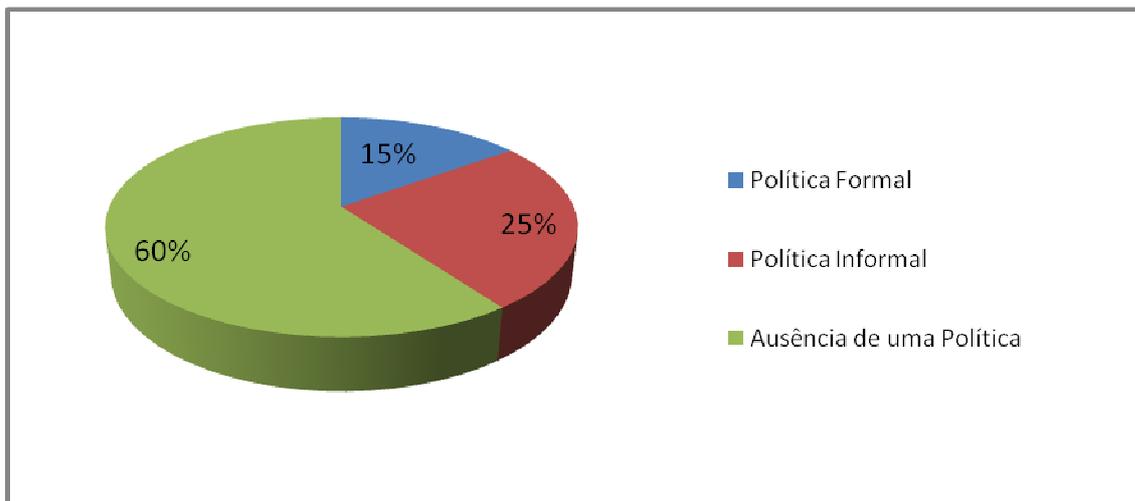


GRÁFICO 10.30: Presença de política de planejamento para considerar as limitações do desempenho humano

Conforme apresentado anteriormente, a fadiga na manutenção aeronáutica pode ser causada por diversos fatores, incluindo o esforço físico e mental, assim como a falta de períodos de descanso restaurador.

A execução de atividades além dos limites do desempenho humano, como por exemplo, o trabalho realizado em horário estendido para a manutenção de uma aeronave sob condições de pressão para o cumprimento de prazos, acelera o cansaço físico e mental dos funcionários e aumenta o risco de ocorrência de erros humanos. Sem o estabelecimento de uma política de planejamento adequada, a força de trabalho inteira estará suscetível a erros induzidos por fadiga durante a execução das atividades de manutenção aeronáutica.

11. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa abrangeu a compreensão de diversos aspectos presentes nos programas de fatores humanos de centros nacionais de manutenção aeronáutica e também a proposição de um diagnóstico sobre o comportamento dos mesmos em relação às principais práticas e sistemas desenvolvidos para a redução e prevenção do erro humano no ambiente da manutenção aeronáutica.

O trabalho envolveu a revisão bibliográfica e a coleta de dados através da contribuição de vinte funcionários de quatro organizações na aplicação de um questionário em fatores humanos, bem como a realização de entrevistas com participação de profissionais responsáveis pelo assunto nas quatro empresas pesquisadas. Apesar da abordagem até certo ponto extensa em função dos vários aspectos relevantes pesquisados enquanto práticas prevalentes no meio aeronáutico para tratamento dos fatores humanos na manutenção aeronáutica, o estudo contribuiu para o apontamento de resultados com apropriada consistência para a identificação de características presentes nas ações voltadas aos fatores humanos dos centros brasileiros de manutenção aeronáutica pesquisados.

A primeira característica retrata um conjunto dos principais pontos nos quais existe a necessidade de avanços em relação às práticas consideradas relevantes para a eliminação do erro humano nessa área. Pertencem a esse conjunto, seguindo a ordem de apresentação adotada no capítulo “Resultados e Discussão”, o aspecto de gerenciamento de erros, onde apenas 25% dos pesquisados indicaram a presença de um programa formal de gerenciamento de erros na sua organização e 20% afirmaram que suas bases de dados de erros são revisadas periodicamente para identificação de problemas e planejamento de intervenções. Outro aspecto envolve o gerenciamento de fadiga, no qual foi verificado que somente 35% dos participantes da pesquisa revelaram que sua empresa possui gerenciamento de fadiga. Também pertence a esse conjunto aspectos ligados a pró-atividade das organizações de

manutenção aeronáutica em suportar os fatores humanos. Nesse caso, os itens mais relevantes foram: a falta de um meio formal para que os funcionários apresentassem sugestões e opiniões sobre fatores humanos (onde a existência do mesmo foi indicada por apenas 35% dos pesquisados), a provisão de orçamento para as intervenções necessárias em função dos fatores humanos (sobre a qual nenhum dos participantes confirmou sua existência) e a participação ativa da empresa em grupos de trabalho sobre fatores humanos nas áreas de governos e indústria (sobre a qual também nenhum participante relatou qualquer forma de participação). Outro item desse conjunto contempla a presença de métricas para os resultados advindos do programa de fatores humanos da empresa, no qual nenhum dos participantes indicou que sua organização calcula em termos econômicos o custo-benefício das ações em fatores humanos de forma a justificá-las. Pontos relativos ao suporte dos órgãos regulamentadores de aviação também fazem parte desse conjunto, sendo que apenas 10% dos respondentes afirmaram existir apoio por parte da principal entidade regulamentadora de aviação, onde também nenhum dos participantes revelou acompanhamento ao programa de fatores humanos instalado na organização por parte dos órgãos regulamentadores. Por último, também faz parte desse grupo os aspectos de algumas políticas da organização, como a presença de uma política formal para a troca de turnos nas empresas (a qual teve sua existência indicada por 30% dos participantes) e a presença de uma política para consideração das limitações do desempenho humano (onde a mesma teve sua existência indicada por apenas 15% dos pesquisados).

A análise dos aspectos envolvidos nas características citadas permite o estabelecimento de uma sequência provável de elementos contribuintes para tais resultados, os quais podem explicar as principais deficiências apontadas pelas avaliações contidas nesse conjunto. Em primeiro lugar, a indicação da falta de apoio e acompanhamento do órgão nacional de aviação civil brasileiro (ANAC) possivelmente contribuiu para a falta de sistemas de gerenciamento de erros e de fadiga nas organizações nacionais de manutenção aeronáutica, a qual pode gerar situações de maior risco de incidentes e acidentes causados

por fatores humanos. A carência de um mecanismo de registro de erros e a falta de um tratamento adequado aos desvios coletados pelas empresas expõem as mesmas a situações recorrentes de falhas, as quais, muitas vezes, são criadas e potencializadas pela ausência de um sistema de gerenciamento de fadiga.

A segunda característica é definida por um conjunto de aspectos que apresentam resultados próximos aos encontrados na pesquisa realizada pelo órgão americano de aviação FAA, a qual teve participação de centros de manutenção aeronáutica de vários países.

A presença desses aspectos nesse tipo de característica não representa que os mesmos possam ser considerados como satisfatórios do ponto de vista da garantia do impedimento de falhas humanas no ambiente de manutenção aeronáutica, porém indicam que o nível apresentado pelos mesmos é compatível com as médias obtidas por organizações internacionais de mesma área de atuação e se destacam como os mais desenvolvidos dentre os avaliados pelo estudo.

Aspectos de treinamentos em fatores humanos, como a aplicação de curso em fatores humanos para novos funcionários, atendimento do mesmo aos requisitos regulatórios e a sua abrangência em termos de conteúdo e público-alvo constituem o conjunto de itens pertencentes a essa característica.

A influência dos requisitos regulatórios criados pelos órgãos de aviação, no caso do Brasil a ANAC, é mais uma vez destacada pela sua relevância. A existência de obrigações pelos centros de manutenção aeronáutica em relação aos treinamentos em fatores humanos ressalta que existe uma correspondência forte entre o que é demandado pelo órgão regulamentador nacional de aviação e o que é praticado e oferecido pelas organizações pesquisadas.

A terceira e última característica engloba diferenças levantadas em função do porte das empresas pesquisadas. Nesse caso, é importante considerar que as empresas pertencentes ao grupo 01 (empresas com mais de 100 funcionários), além de possuírem uma maior estrutura funcional, também apresentam certificações concedidas por órgãos de homologação aeronáutica

internacionais, como o americano FAA e o europeu EASA. Esse fato, além do porte em si das empresas, provavelmente contribuiu para os resultados contidos nessa característica.

Dentre o conjunto de aspectos que constituem essa característica, está o gerenciamento de erros nas empresas, em função da formalidade atribuída ao mesmo pelas organizações. Nesse aspecto, 100% dos participantes pertencentes ao grupo 02 (organizações pesquisadas com menos de 50 funcionários) afirmaram a existência de um programa informal para essa finalidade, sendo que 50% dos participantes do grupo 01 indicaram a presença de um programa formal para o gerenciamento de erros humanos na sua organização. O aspecto de treinamento em fatores humanos também está contemplado nesse conjunto, pois os itens relacionados à aplicação do curso para novos funcionários e a forma pelo qual o mesmo é atendido pelas organizações pesquisadas apresentam diferenças significativas em função do porte da empresa. No primeiro caso, 100% dos pesquisados do grupo 01 informaram que existe treinamento imediato em fatores humanos para novos funcionários. Nenhum dos participantes do grupo 02 mencionou a existência desse tipo de treinamento. Quanto à forma de atendimento do treinamento pelas organizações, todos os participantes do grupo 01 responderam que sua empresa possui um curso que atende aos requisitos regulatórios. No caso do grupo 02, a totalidade dos membros desse grupo informou que os colaboradores são enviados a cursos já existentes ou consultores são contratados externamente para ministrar o treinamento em fatores humanos na empresa. Os dados demonstram que empresas maiores possuem uma estrutura própria no que diz respeito ao treinamento em fatores humanos, isso provavelmente permite uma melhor adequação do conteúdo e dos exemplos presentes no escopo do curso em relação às necessidades da organização. Essa mesma estrutura também permite o treinamento imediato de novos membros, diferentemente da realidade mostrada pelas empresas menores, nas quais não foi indicado esse tipo de tratamento aos funcionários recém-contratados.

Os resultados aqui apresentados tornam evidente o importante papel do programa de fatores humanos nos centros de manutenção aeronáutica. A análise dos aspectos relevantes para a criação e desenvolvimento de ações voltadas a minimização dos erros humanos demonstrou uma considerável diferença entre os resultados apresentados pelos centros nacionais de manutenção aeronáutica pesquisados e os dados obtidos de centros de manutenção aeronáutica internacionais. Além disso, em função do porte, foram constatadas variações apreciáveis do tratamento dos fatores humanos entre as empresas pesquisadas.

Como proposta para futuros trabalhos acerca do tema, sugere-se que seja feito um aprofundamento sobre os principais pontos deficientes mapeados pela pesquisa com o objetivo de descobrir meios para o aprimoramento dos mesmos. Seria interessante também uma melhor compreensão das causas responsáveis pelo quadro atual levantado em respeito ao tratamento dos fatores humanos nas organizações brasileiras de manutenção aeronáutica. Por fim, verifica-se a necessidade de se debater sobre as principais diferenças encontradas na prática de atividades de fatores humanos, desenvolvendo um maior espaço de discussão, o qual contemple reflexões sobre as implicações dos fatores humanos na manutenção aeronáutica brasileira como forma de reduzir incidentes e acidentes na aviação.

REFERÊNCIAS

AAIB - AIR ACCIDENT INVESTIGATION BUREAU. **Report 1/92**: appendices. Oxford, 1989. Disponível em:
<<http://www.skybrary.aero/bookshelf/books/637.pdf>>. Acesso em: 06 jul. 2010.

ADAMS - AIRCRAFT DISPATCH AND MAINTENANCE SAFETY. **Human-Centred Management Guide for Aircraft Maintenance**. 2000. Disponível em:
< <http://www.tcd.ie/Psychology/aprg/ADAMS.htm>>. Acesso em: 120 jul. 2010.

AIRBUS: **Global market forecast**. Toulouse, 2010. Disponível em:
<<http://www.airbus.com/en/corporate/gmf/>>. Acesso em: 15 jun. 2010.

ANAC - AGENCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **Proposta do regulamento da aviação civil – RBAC 147**. Brasília, 2010a. Disponível em:
<<http://www.anac.gov.br/transparencia/pdf/15/justificativa.pdf>>. Acesso em: 15 jun 2010.

ANAC - AGENCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **Total de aeronaves registradas**. Brasília, 2010b. Disponível em :
<<http://www.anac.gov.br/estatistica/graficos/Aeronaves/totalAeronavesRegistradas.pdf>>. Acesso em: 01 jul. 2010.

ANAC - AGENCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **Segurança de voo no sistema de aviação civil**. Brasília, 2010c. Disponível em
<<http://www.anac.gov.br/segVoo/historico.asp>>. Acesso em: 06 jul. 2010.

ANAC - AGENCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **IAC 3108 – Instruções para o controle geral de aeronavegabilidade das aeronaves civis brasileiras**. Brasília, 2010d. Disponível em
<http://www.anac.gov.br/biblioteca/iac/IAC_3108_17MAI2002_comp.pdf>. Acesso em: 06 jul. 2010.

ANAC - AGENCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL: **Portal de relatos da aviação civil**. Brasília, 2010e. Disponível em
<<http://www.anac.gov.br/sistemaGGAP/ajuda.asp>>. Acesso em: 06 jul. 2010.

ANAC - AGENCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **Relatório Anual de Segurança Operacional 2008**. Brasília, 2009a. Disponível em:
<http://www.anac.gov.br/arquivos/pdf/relatorio_operacional_2008_OK_low.pdf> . Acesso em: 04 mar. 2010.

ANAC - AGENCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **Ata da Reunião nº 8 do Conselho Consultivo da ANAC de 28 de Outubro de 2009**. Brasília, 2009b.

Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/transparencia/pdf/ATA291009.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2010.

ANAC – AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **Notícias ANAC**, Brasília, edicao 08, jul. de 2009c. Disponível em: <http://www.anac.gov.br/noticias_anac/index_1707_1.html>. Acesso em: 01 jul. 2010.

ANAC - AGENCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **Manual de treinamento do facilitador**. Brasilia, 2008. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/portal/media/manualTreinamentoFacilitadorCRM3.pdf>>. Acesso em: 23 jun. 2010.

ANAC – AGENCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **IAC 060-1002A**: treinamento em gerenciamento de recursos de equipes (Corporate Resource Management - CRM). Brasilia, 2005. Disponível em: http://www.anac.gov.br/biblioteca/iac/IAC060_1002A.pdf. Acesso em: 15 jul. 2010

ATSB - AUSTRALIAN TRANSPORT SAFETY BUREAU. **A layman's introduction to human factors in aircraft accident and incident investigation**. Canberra, 2006. Disponível em: <<http://www.atsb.gov.au/media/32882/b20060094.pdf>>. Acesso em: 15 maio 2010.

ATSB - AUSTRALIAN TRANSPORT SAFETY BUREAU. **An overview of human factors in aviation maintenance**. Canberra, 2008. Disponível em: <<http://www.skybrary.aero/bookshelf/books/550.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2010.

BEARD, B. L.; AHUMADA, Jr, A. J. Computational vision models and occupational vision standards. In: **FAA. Human Factors Aviation Maintenance Program Review FY03**, 2003. Disponível em: <<http://www.hf.faa.gov/docs/508/docs/AvMaint03.pdf>>. Acesso em: 18 junho 2010

BIENIECK, J.C. O CRM nas operações complementares e por demanda. In: PEREIRA, M.C. (org.) **Voando com o CRM: da filosofia operacional técnica à filosofia interativa humana**. Recife: Comunigraf Editora, 2004. p. 117-137

BOEING. **MEDA – Maintenance Error Decision Aid**. Seattle, 2001. Disponível em: <<http://www.tc.gc.ca/media/documents/ca-standards/meda.pdf>>. Acesso em 12 jul. 2010.

BOEING. **Aviation safety and aviation security 2002**. Seattle, 2002. Disponível em: <<http://www.boeing.com/commercial/news/feature/safety.html>>. Acesso em 06 jul. 2010.

BOEING. **Current Market Outlook**. 2009a. Disponível em: <http://www.boeing.com/commercial/cmo/pdf/Boeing_Current_Market_Outlook_2009_to_2028.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2010.

BOEING. **Statistical summary of commercial jet airplane accident – worldwide operations: 1959 - 2008**. Seattle, 2009b. Disponível em: <<http://www.boeing.com/news/techissues/pdf/statsum.pdf>>. Acesso em: 15 maio 2010.

BONGARD, J.A. **Maintenance Error Management through MEDA**. In 15th Annual Symposium on Human Factors in Maintenance and Inspection, Mar. 27-29, 2001.

BRASIL: **Decreto Nº 21.713, de 27 de agosto de 1946**. Promulga a convenção sobre Aviação Civil Internacional, concluída em Chicago a 7 de dezembro de 1944 e firmado pelo Brasil, em Washington, a 29 de maio de 1945. Brasília, 2010. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/D21713.htm>. Acesso em: 06 jul. 2010.

BRYMAN, A. **Quantity and Quality in Social Research**. Unwin Hyman, 1988.

CAA - CIVIL AVIATION AUTHORITY. **Aviation Maintenance Human Factors (JAA JAR145)**. West Sussex, 2002a. Disponível em: <<http://www.caa.co.uk/docs/33/CAP716.pdf>>. Acesso em: 15 maio 2010.

CAA - CIVIL AVIATION AUTHORITY. Safety Regulation Group. **An introduction to aircraft maintenance engineering human factors for JAR 66**. West Sussex, 2002b. Disponível em: <<http://www.caa.co.uk/docs/33/CAP715.PDF>>. Acesso em: 15 maio 2010.

CAA - CIVIL AVIATION AUTHORITY. **Human factors in aircraft maintenance and inspection**. West Sussex, 2009. Disponível em: <<http://www.caa.co.uk/docs/33/CAP718.PDF>>. Acesso em 06 jul. 2010.

CENIPA - CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS. **Acidentes Aeronáuticos na Aviação Civil Brasileira – Total de Acidentes Avião (atualizado em 07/2010)**. Brasília, 2010a. Disponível em: <http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/paginas/estatisticas/aviacao_civil.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2010.

CENIPA - CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS. **ICA 3-2: Programa de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos da Aviação Civil Brasileira para 2010**. Brasília, 2010b. Disponível em: <http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/paginas/dpc/ica3_2.pdf>. Acesso em: 02 maio 2010.

CENIPA - CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS. **Panorama Estatístico da Aviação Civil Brasileira para 2000 a 2009**. Brasília, 2010c. Disponível em: <http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/paginas/normas/Panorama2000_2009.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2010.

CENIPA - CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS. **Resumo dos Relatórios Finais dos Acidentes da Década de 90**. Brasília, 2002. p.160-161.

COSTA, D.V.B. Inspeção anual de manutenção. In: CENTRO TÉCNICO AEROESPACIAL (CTA). **II Seminário Internacional de Fator Humano**. 6 e 7 de outubro de 2004. São José dos Campos, CTA. Disponível em: <http://www.aviacaocivil.ifi.cta.br/FHseminario/inteiro.asp>. Acesso em: 21 maio. 2010.

DAC - DEPARTAMENTO DE AVIAÇÃO CIVIL. **Matérias Básicas – Tradução do manual AC 65-9A**. Rio de Janeiro: Departamento de Aviação Civil, 1996.

DAC - DEPARTAMENTO DE AVIAÇÃO CIVIL. Treinamento em gerenciamento de recursos de equipe – *Corporate Resource Management* – CRM. In: DEPARTAMENTO DE AVIAÇÃO CIVIL (DAC) (org.). **Simpósio de Gerenciamento de Recursos de Equipe**, 4 de junho de 2004, Rio de Janeiro. Disponível em: <www.dac.gov.br/seguranca/CRM-Sitese.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2010.

DAC - DEPARTAMENTO DE AVIAÇÃO CIVIL. **Você é inspetor em uma empresa de manutenção? Qual é a sua função na visão do DAC? E quais são suas responsabilidades?**. 2005 Disponível em: <<http://www.dac.gov.br/manutencao/inspetorEM.htm>>. Acesso em: 14 jun. 2010.

DUPONT, G. **The Dirty Dozen Errors in Maintenance**. In: proceedings of the 11th Symposium on Human Factors in Aviation Maintenance. San Diego, 1997. Disponível em: <<http://hfskyway.faa.gov>>. Acesso em 28 jul. 2010.

EASA - EUROPEAN AVIATION SAFETY AGENCY. **Relatório anual de segurança 2008**. Cologne, 2009. Disponível em: <http://www.easa.europa.eu/ws_prod/g/doc/Safety/annual_safety_review_2008/LY_PT_EASA_Annual_091112.pdf>. Acesso em: 06 jul. 2010.

EASA - EUROPEAN AVIATION SAFETY AGENCY. EASA Part 66. **Official Journal of European Union**, L315/74, 2003a. Disponível em: <http://www.easa.eu.int/ws_prod/g/doc/Regulation/reg_2042_2003_Part66.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2010.

EASA - EUROPEAN AVIATION SAFETY AGENCY. EASA Part 145. **Official Journal of European Union**, L315/49, 2003b. Disponível em: <http://www.easa.europa.eu/ws_prod/g/doc/Regulation/reg_2042_2003_Part145.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2010.

EASA - EUROPEAN AVIATION SAFETY AGENCY. EASA Part 147. **Official Journal of European Union**, L315/152, 2003c. Disponível em: <http://www.easa.europa.eu/ws_prod/g/doc/Regulation/reg_2042_2003_Part147.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2010.

FAA - FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. **Operating requirements domestic, flag and supplemental operations**: maintenance, preventive maintenance, and alterations. 1965. Disponível em: <http://rgl.faa.gov/Regulatory_and_Guidance_Library/rgFAR.nsf/0/af1fe5b35f6efef4852566ef006c643c!OpenDocument>. Acesso em: 23 jun. 2010.

FAA - FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. **Maintenance Resource Management Training**, AC120-72, 2000. Disponível em: <[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)>. Acesso em: 23 jun. 2010.

FAA - FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. **Maintenance, preventive maintenance, rebuilding and alteration**, Sec 43.13, 2001a. Disponível em: <http://rgl.faa.gov/Regulatory_and_Guidance_Library/rgFar.nsf/FARBySectLookup/43.13>. Acesso em: 23 jun. 2010.

FAA - FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. **Maintenance, preventive maintenance, rebuilding and alteration**, Sec 43.15, 2001b. Disponível em: <http://rgl.faa.gov/Regulatory_and_Guidance_Library/rgFar.nsf/FARBySectLookup/43.15>. Acesso em: 23 jun. 2010.

FAA - FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. **Repair Station Training Program**: AC 145-10. Washington, 2005. Disponível em: http://rgl.faa.gov/Regulatory_and_Guidance_Library/rgAdvisoryCircular.nsf/0/366D94DB1A9D8BA18625703D0051282C?OpenDocument. Acesso em: 15 jul. 2010

FAA - FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. **HBAW**: guidance for evaluation and acceptance of maintenance human factors training programs. 2006. Disponível em: <<http://www.arsa.org/files/hbaw0604.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2010

FAA - FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. **Operating requirements:** commuter and on demand operations and rules governing persons on board such aircraft. 2007. Disponível em: <http://rgl.faa.gov/Regulatory_and_Guidance_Library/rgFar.nsf/FARBySectLo okup/135.411>. Acesso em: 23 jun. 2010.

FOGARTY, G.; SAUNDERS, R.; COLLYER, R. **Developing a model to predict aircraft maintenance performance.** In: JENSEN, R. (Ed.). The Proceedings of the Tenth International Symposium on Aviation Psychology (p.1-6). [CD-ROM]. May 3-6, Columbus, Ohio: The Ohio State University, 1999.

FOGARTY, G. **The role of organizational and individual differences variables in aircraft maintenance performance.** International Journal of Applied Aviation Studies, v. 4, n. 1, p. 73-90, 2004.

FOLKARD, S. Work hours of Aircraft Maintenance Personnel. **CAA Report No. 2002/6.** 2003. <<http://www.caa.co.uk/publications/publicationdetails.asp?id=628>>. Acesso em: 27 maio 2010.

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa.** São Paulo: Atlas, 1991.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa social.** São Paulo: Atlas, 1999.

GOOD, G.W. *et al.* An analysis of the visual demands associated with aviation maintenance inspectors. In: **Human Factors Aviation Maintenance Program Review FY03,** 2003. Disponível em: <<http://www.hf.faa.gov/docs/508/docs/AvMaint03.pdf>>. Acesso em 12 jul. 2010.

GRAMOPADHYE, A.K. *et al.* Establishing training requirements for the general aviation inspection training system (GAITS): a computer based training software. . In: **FAA - Human Factors Aviation Maintenance Program Review 2003.** Disponível em: <<http://www.hf.faa.gov/docs/508/docs/AvMaint03.pdf>>. Acesso em 12 jun. 2010.

HACKWORTH, C. *et al.* **An international survey of maintenance human factors program:** FAA Report DOT/FAA/AM-07/25. Washington, 2007. Disponível em: <<http://www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?Location=U2&doc=GetTRDoc.pdf&AD=ADA475576>>. Acesso em: 15 jun. 2010.

HELMREICH, R.L. **Error management as organizational strategy**. In: Proceedings of the IATA Human Factors Seminar. Bangkok, Thailand, April 20-22, p. 1-7, 1998.

HELMREICH, R.L.; MERRITT, A.C. Safety and error management: The role of Crew Resource Management. In: Hayward, B.J. e Lowe A.R. (Eds.). **Aviation Resource Management**. Aldershot, UK: Ashgate, 2000, p. 107-119.

HELMREICH, R.L., WILHELM, J.A., KLINECT, J.R.; MERRITT, A.C. Culture, error and Crew Resource Management. In: Salas, E.; Bowers, C.A. e Edens, E. (Eds.). **Improving Teamwork in Organizations**. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 2001. p. 305-331.

HFES - **HUMAN FACTORS AND ERGONOMICS SOCIETY**. 2010. Disponível em: <<http://www.hfes.org/web/AboutHFES/about.html>>. Acesso em 23 jun. 2010.

HONOLULU ADVERTISER. **Local News**. Hawaii, 2001. Disponível em: <<http://the.honoluluadvertiser.com/2001/Jan/18/118localnews1.html>>. Acesso em 23 ago. 2010.

IATA - INTERNATIONAL AIR TRANSPORT ASSOCIATION. **Safety in flight operations**. In: TECHNICAL CONFERENCE OF IATA, Istanbul, 1975.

ICAO - INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. Fundamental human factors concepts. **Human Factors Digest**, n.1, 1989.

ICAO - INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Aviation and sustainable development**. New York, 2001a. Disponível em: <http://www.un.org/esa/sustdev/csd/csd9_bp9.pdf>. Acesso em 15 maio 2010.

ICAO - INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Aircraft Incident and Accident Investigation - annex 13**. [S.l], 2001b. Disponível em: <<http://www.airsafety.com.au/trinvbil/C619icao.pdf>>. Acesso em 06 jul. 2010.

ICAO - INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Human factor guidelines for aircraft maintenance**. [S.l], 2003. Disponível em: <<http://www.hf.faa.gov/opsmanual/assets/pdfs/ICAOHF.pdf>>. Acesso em 19 jul. 2010.

JIANG, X., MASTER, R., KELKAR, K.; GRAMOPADHYE, A. K. **Task Analysis of Shift Change Activity in Aviation Maintenance Environment: Methods and Findings, Human Factors and Aerospace Safety**. Greensboro, EUA, 2002. Disponível em: <http://www.hf.faa.gov/opsmanual/assets/pdfs/Analysis_of_Shift_Change.pdf>. Acesso em 07 jul. 2010.

LEARMOUNT, David. 100 years of flight safety advances. **Flightglobal**, 05 jan. 2009. Disponível em:

<<http://www.flightglobal.com/articles/2009/01/05/320625/100-years-of-flight-safety-advances.html>>. Acesso em: 06 jul. 2010.

LIBERMAN, F. **Repensando a instrução do CRM**. In: PEREIRA, M.C. (Org.) **Voando com o CRM: da filosofia operacional técnica à filosofia interativa humana**. Recife: Comunigraf Editora, 2004. p. 138-155.

MADDOX, Michael. **Human factors guide for aviation maintenance and inspection**. [S.L], 2010. Disponível em:

<<http://www.hf.faa.gov/hfguide/01/01.pdf>>. Acesso em: 23 jun. 2010.

MARX, D. A.; GRAEBER, R. C. Human error in aircraft maintenance. In: Johnston, N.; MCDONALD, N.; FULLER, R. (Eds.). **Aviation psychology in practice**. Aldershot, UK: Avebury, 1994. p.87-104.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2006.

MAURIÑO, D. Prefácio. In: PEREIRA, M.C. (Org.) **Voando com o CRM: da filosofia operacional técnica à filosofia interativa humana**. Recife: Comunigraf Editora, 2004. p. 13-17.

MELO, A.M.A. Origem, evolução e contribuição para a segurança de voo. In: PEREIRA, M.C. (org.) **Voando com o CRM: da filosofia operacional técnica à filosofia interativa humana**. Recife: Comunigraf Editora, 2004. p. 47-66.

MUSSON, D.M.; HELMREICH, R. L. Team Training and Resource Management in Health Care: Current Issues and Future Directions. **Harvard Health Policy Review**, v. 5, n. 1, Spring, 2004.

NASA - NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. **Toward a safer 21st century – Aviation safety research baseline and future challenges**. NASA/FAA. December, 1996.

<<http://www.aerospace.gov/library/homeC.htm>>. Acesso em 11 jun. 2010.

NTSB - NATIONAL TRANSPORT SAFETY BOARD. **Report AAR-84-04: Eastern Airlines, INC., Lockheed L-1011, N334EA**. Washington, 1984. Disponível em: < <http://libraryonline.erau.edu/online-full-text/ntsb/aircraft-accident-reports/AAR84-04.pdf> >. Acesso em: 06 jul. 2010.

NTSB - NATIONAL TRANSPORT SAFETY BOARD. **Report AAR-92-04: Continental Express, flight 2574, EMB 120RT**. Washington, 1992. Disponível em: <<http://libraryonline.erau.edu/online-full-text/ntsb/aircraft-accident-reports/AAR92-04.pdf>>. Acesso em: 06 jul. 2010.

NTSB - NATIONAL TRANSPORT SAFETY BOARD. **Report AAR-89-03: Aloha Airlines, flight 243, Boeing 737-200.** Washington, 1989. Disponível em: <<http://www.skybrary.aero/bookshelf/books/796.pdf>>. Acesso em: 06 jul. 2010.

OGATA, P.H. **Avaliação do perigo de colisão entre aeronaves e operação de aproximação em pistas de aterrissagem paralelas.** São Paulo, 2003. 138p. Dissertação de Mestrado - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

PEREIRA, J. C. R. **Análise de dados qualitativos: estratégias metodológicas para as ciências da saúde, humanas e sociais.** São Paulo: Edusp, 2001.

REASON, J. **Human error.** Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

REASON, J. **Understanding adverse events: human factors.** Qual. Health Care, v. 4, n. 2, p. 80-9, 1995.

REASON, J. **Managing the risks of organizational accidents.** England: Ashgate Publishing Limited, 1997.

REASON, J. **Human error: models and management.** British Medical Journal, 320;768-770, 2000.

REASON, J. Combating omission errors through task analysis and good reminders. **Qual. Saf. Health Care**, n. 11, p. 40-44, 2002.

SALOMON, D. V. **Como fazer uma monografia: elementos de metodologia de trabalho científico.** 6. ed. Belo Horizonte: Interlivros, 1978. 317 p.

SANDERS, M. S. e MCCORMICK, E. J. **Human Factors in engineering and Design.** New York: McGraw-Hill Publishing Company, 1987.

SCARDIGLI, V. **Um mundo totalmente digital?** Revista eletrônica Le Monde Diplomatique. Ano 3, n. 33, 2002. Disponível em: <<http://www.diplo.com.br/aberto/0210/indice.htm>>. Acesso em 26 maio 2010.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação.** Florianópolis: UFSC, 2001.

SKYBRARY. **Maintenance Error Decision Aid – MEDA.** Brussels, 2010. Disponível em: <[http://www.skybrary.aero/index.php/Maintenance_Error_Decision_Aid_\(MED\)](http://www.skybrary.aero/index.php/Maintenance_Error_Decision_Aid_(MED))>. Acesso em 15 jul. 2010.

TAYLOR, J. C. **The evolution and effectiveness of Maintenance Resource Management (MRM)**. International Journal of Industrial Ergonomics, 26(2):210–215, 2000.

TAYLOR, J. C. **Evaluating Behaviorally Oriented Aviation Maintenance Resource Management (MRM) Training and Programs: Methods, Results, and Conclusions**. Santa Clara Univ., CA, USA, 2003; 72 p.

TECHLOG. **Is there a maintenance problem**. Bagshot, 1993.

VIDAL, M.C. **Introdução à ergonomia**. Apostila utilizada pelo curso de Especialização em Ergonomia Contemporânea da UFRJ. 1999. Disponível em: <<http://www.gente.ufrj.br/ceserg/arquivos/erg001.pdf> >. Acesso em 17 jun. 2010.

WIEGMANN, D.A.; SHAPPELL, S.A. **Human error analysis of commercial aviation accidents: application of the Human Factors Analysis and Classification system (HFACS)**. Aviation Space Environmental Medicine, v. 72, n. 11, p. 1006-16, 2001.

APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

1. Você está sendo convidado para participar da pesquisa *Gestão e Desenvolvimento em Fatores Humanos da Segurança de Voo: Estudo na Manutenção Aeronáutica*.
2. Você foi selecionado por fazer parte do quadro de funcionários de uma empresa nacional que desempenha atividades de manutenção aeronáutica, e sua participação não é obrigatória.
3. A qualquer momento você pode desistir de participar da pesquisa e retirar seu consentimento.
4. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição.
5. Sua participação nesta pesquisa consistirá em indicar no protocolo de coleta de dados as respostas solicitadas.
6. Durante a coleta de dados, possíveis desconfortos e riscos decorrentes do estudo poderão acontecer, caso não se sinta confortável em responder o protocolo de coleta de dados, sinta-se à vontade em interromper a pesquisa. É importante lembrar que riscos referentes ao sigilo das informações prestadas e de confidencialidade serão eliminados, pois os mesmos serão tratados de forma a não identificar as organizações e os voluntários participantes.
7. Os benefícios relacionados com a sua participação irão proporcionar uma reflexão sobre os aspectos envolvidos com fatores humanos nas atividades de manutenção aeronáutica, e ainda colaborar para realização de um diagnóstico do estado atual dessa área em relação às práticas adotadas por centros de manutenção aeronáutica nacionais, visando identificar oportunidades de melhoria para o fortalecimento de ações voltadas a redução do erro humano nesse ambiente e, conseqüentemente, contribuir para a melhoria da segurança no transporte aéreo como um todo.
8. As informações obtidas através dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre sua participação em todas as etapas desse trabalho.

9. Os dados não serão divulgados de forma a possibilitar sua identificação, pois os mesmos serão tabulados estatisticamente para posterior análise.

10. Você receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone e o endereço do pesquisador principal, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento.

Nome e assinatura do pesquisador
Endereço e telefone do Pesquisador Principal

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

O pesquisador me informou que o projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UFSCar que funciona na Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Federal de São Carlos, localizada na Rodovia Washington Luiz, Km. 235 – Caixa Postal 676 – CEP 13.565-905 – São Carlos – SP – Brasil. Fone (16) 3351-8110.

Endereço eletrônico: cephumanos@power.ufscar.br

Local e data

Sujeito da pesquisa *

APÊNDICE B – Questionário proposto para avaliação dos aspectos relacionados a fatores humanos em centros de manutenção aeronáutica



1. Você trabalha para: (por favor, escolha apenas uma resposta).

- Departamento de Manutenção de Aviões
- Centro de Serviços (manutenção, reparo, revisão)
- Oficina de Reparos (Manutenção, reparo somente de componentes)
- Fabricante de Aeronaves
- Aviação Geral / Aviação Executiva
- Aviação Militar / Governo
- Outros Órgãos Militares / Governo
- Escola de Formação de Mecânicos
- Outros

2. Qual o tipo de operação de manutenção de linha aérea que você trabalha?

- Companhia Aérea Comercial
- Operador de Táxi Aéreo
- Empresa Fabricante de Aeronaves
- Aviação Militar
- Particular/Instrução

3. Qual é a principal autoridade de regulamentação das operações de manutenção na sua empresa?

- Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC)
- Civil Aviation Safety Authority (CASA)
- European Aviation Safety Agency (EASA)
- Federal Aviation Administration (FAA)

- Transport Canada

4. Qual é a sua profissão?

- Gerente de Fatores Humanos
- Vice-Presidente / Diretor Qualidade
- Gerente da Qualidade
- Vice-Presidente / Diretor Manutenção
- Gerente de Manutenção
- Especialista em Fatores Humanos
- Mecânico de Aeronaves
- Outros – Favor especificar: _____

5. Quantos anos de experiência em manutenção aeronáutica você tem?

- Menos de um ano
- 1-5 anos
- 6-10 anos
- 11-15 anos
- 16-20 anos
- Mais de 20 anos

6. Qual é a abordagem da sua organização sobre o erro humano?

- Existe um processo ou programa formal voltado aos erros humanos
- Existe um processo ou programa informal voltado aos erros humanos
- Inexiste um processo ou programa voltado aos erros humanos, porém uma forma de tratar o assunto está sendo planejada

- Não existe processo ou programa sobre erros humanos e também não existe plano imediato para implantação de atividades voltadas ao assunto

Caso exista um processo/programa formal voltado aos erros humanos, qual das seguintes abordagens a sua organização utiliza para investigar um erro humano? (Por favor, selecione todas as opções aplicáveis)

- Apoio à Decisão de erro – Maintenance Error Decision Aid (MEDA)
- Análise de Fatores Humanos e Sistema de Classificação (HFACS)
- Nossa própria modificação do programa MEDA
- Programa próprio de Fatores Humanos
- Outros – Favor especificar: _____

7. Como os dados referentes ao erro humano são usados? (por favor, selecione todas que se aplicam).

- Revisamos nossa base de dados de erro periodicamente para identificar problemas e planejar intervenções.
- No ano passado, processos e procedimentos foram alterados como resultado da análise do banco de dados de erros.
- No ano passado, foram compradas ferramentas novas ou o local de trabalho foi melhorado por causa de problemas identificados no banco de dados de erros.
- Revisamos nossa base de dados de erro para avaliar a eficácia das intervenções.
- A gerência usa a informação como parte de um processo formal de gestão da qualidade.
- As recomendações são feitas a partir da investigação de incidentes isolados

- As recomendações são monitoradas para verificação de suas implementações
- As intervenções são avaliadas e é feita a verificação de sua eficácia.
- Não utilizamos nossos dados sobre erros humanos.

8. A sua empresa participa de algum programa de segurança voltado para a comunicação voluntária de erros humanos, como por exemplo o “Aviation Safety Action Program” do órgão americano FAA?

- Sim
- Não
- A participação está sendo providenciada

9. Os eventos relativos ao erro humano de sua organização são armazenados em um banco de dados de investigação?

- Sim
- Não
- Não sei

10. A sua empresa acompanha as ações corretivas como parte de seu processo formal de gestão de erros humanos?

- Sim
- Não
- Não sei

11. A sua empresa tem uma política de disciplina por escrito sobre o registro de erros?

- Sim

- Não
- Não sei

12. A sua empresa realiza auditoria formal em fatores humanos na sua organização?

- Sim
- Não
- Não sei

13. A sua empresa tem uma auditoria interna ou externa sobre fatores humanos prevista para o período 2010-2011?

- Sim
- Não
- Não sei

14. A sua empresa tem pessoal desempenhando atividades em fatores humanos na manutenção com um grau de formação acadêmica em disciplina relacionada a fatores humanos?

- Sim
- Não
- Não sei

15. A sua empresa tem pessoal trabalhando com fatores humanos na manutenção com experiência prévia na área?

- Sim
- Não
- Não sei

16. A sua empresa possui um especialista em fatores humanos que prepara, organiza e apresenta curso em fatores humanos?

- Sim
- Não
- Não sei

17. A sua empresa aplica curso em fatores humanos como parte de seu treinamento para novos funcionários?

- Sim
- Não
- Não sei

18. A sua empresa oferece ao pessoal de manutenção uma formação contínua em fatores humanos?

- Sim
- Não
- Não sei

19. A sua empresa oferece formação contínua em fatores humanos a todos os funcionários da organização?

- Sim
- Não
- Não sei

(Para as questões 20 a 24: utilizar como referência a sua organização de manutenção).

20. Nossa atual posição em matéria de treinamento em fatores humanos dentro da organização é:

- Temos um curso existente que atende requisitos regulatórios.
- Estamos em processo de desenvolvimento de um curso para cumprir os requisitos regulatórios.
- Enviamos nossos colaboradores a cursos já existentes ou contratamos um consultor para fazer esse treinamento.
- Nós não temos quaisquer planos para o desenvolvimento deste tipo de curso.

Caso a resposta da pergunta 20 seja: "Temos um curso existente que atende requisitos regulatórios", o curso de fatores humanos abrange quais das seguintes áreas: (marque todas que se aplicam).

- Introdução aos fatores humanos
- Efeito de trabalho por turnos e fadiga no desempenho das atividades
- Comunicação
- Fatores que contribuem para a erro humano
- Investigação de Eventos
- Mudança de turno no serviço

O curso é projetado para: (marque todas que se aplicam).

- Engenheiros de Manutenção de Aeronaves / Mecânica
- Instrutores
- Supervisores / Gerentes
- Auditores da Qualidade
- Planejadores
- Engenheiros
- Equipe Administrativa/Apoio

21. Reconhecemos o retorno sobre o valor do investimento inicial no treinamento e formação em fatores humanos.

- Discordo completamente
- Discordo
- Não concordo nem discordo
- Concordo
- Concordo completamente

22. Reconhecemos o retorno sobre o valor do investimento do treinamento contínuo em fatores humanos.

- Discordo completamente
- Discordo
- Não concordo nem discordo
- Concordo
- Concordo completamente

23. Reconhecemos o valor da pró-atividade do programa de fatores humanos.

- Discordo completamente
- Discordo
- Não concordo nem discordo
- Concordo
- Concordo completamente

24. Os efeitos econômicos e outros efeitos são medidos em função dos incidentes / acidentes ocorridos na organização.

- Discordo completamente
- Discordo
- Não concordo nem discordo
- Concordo
- Concordo completamente

25. Qual treinamento os instrutores em fatores humanos possuem? (selecione todas que se aplicam)

- Grau acadêmico em fatores humanos ou relacionado ao campo
- Diploma universitário / faculdade
- Frequentou um curso (2-5 dias) para instrutores em fatores humanos
- Frequentou um curso (2-5 dias) para formação de instrutores
- Tem experiência em trabalhos de manutenção / engenharia
- É mecânico de aeronaves / engenheiro
- Tem uma formação não formal

26. Nosso instrutor em fatores humanos: (selecione todas que se aplicam)

- Desenvolve o conteúdo do material de instrução
- Usa materiais de instrução comprados pela empresa
- Usa materiais de instrução disponíveis gratuitamente
- Precisa de mais materiais de instrução

27. Como o curso de fatores humanos é introduzido como parte do treinamento de novos funcionários de manutenção?

- Curso de um dia
- curso de dois dias
- Curso por computador
- Outros

28. Existe um sistema de gerenciamento de fadiga na sua área?

- Sim
- Não
- Não sei

29. É oferecido curso / palestra em gestão de fadiga?

- Sim
- Não
- Não sei

30. O gerenciamento da fadiga é reconhecido como uma questão de segurança?

- Sim
- Não
- Não sei

O termo abaixo “Nós” ou “Nosso” refere-se a sua organização.

31. Nosso gerente / diretor de manutenção apóia ativamente com palavras e ações o programa de fatores humanos na manutenção

- Discordo completamente
- Discordo
- Não concordo nem discordo
- Concordo
- Concordo completamente

32. Nós temos um meio formal para que os supervisores e funcionários apresentem sugestões sobre questões em fatores humanos.

- Discordo completamente
- Discordo
- Não concordo nem discordo
- Concordo
- Concordo completamente

33. Nós temos um método formal para que nosso especialista em fatores humanos converse regularmente com a gerência da área.

- Discordo completamente
- Discordo
- Não concordo nem discordo
- Concordo
- Concordo completamente

34. Recebemos o apoio da nossa entidade reguladora (por exemplo, Agência Nacional de Aviação Civil, Federal Aviation Administration, European Aviation Segurança da Aviação, Joint Aviation Authorities, ou National Aviation Authority) na concepção e implementação do nosso programa de fatores humanos.

- Discordo completamente
- Discordo
- Não concordo nem discordo
- Concordo
- Concordo completamente

35. Nós trabalhamos muito estreitamente com o órgão regulador aeronáutico (por exemplo: ANAC, FAA, EASA ou ANA) para acompanhar nosso programa de fatores humanos.

- Discordo completamente
- Discordo
- Não concordo nem discordo
- Concordo
- Concordo completamente

36. Nós somos participantes ativos em grupos de trabalho sobre fatores humanos nas áreas do governo ou da indústria

- Discordo completamente
- Discordo
- Não concordo nem discordo
- Concordo
- Concordo completamente

Por favor, avalie a importância relativa de cada fator na decisão de sua organização em implementar um programa de fatores humanos.

37. Conformidade com os requisitos regulatórios

- Nenhuma importância
- Importância Limitada
- Importância moderada
- Importante
- Grande importância

38. Segurança de Voo

- Nenhuma importância
- Importância Limitada
- Importância moderada
- importante
- Grande importância

39. Segurança no Trabalho

- Nenhuma importância
- Importância Limitada
- Importância moderada
- Importante
- Grande importância

40. Custo

- Nenhuma importância
- Importância Limitada
- Importância moderada
- Importante
- Grande importância

41. A sua empresa tem uma política de segurança?

- Política Formal
- Política Informal
- Ausência de uma Política

42. A sua empresa tem uma política para aplicar os princípios de fatores humanos por escrito ou procedimentos para alterá-los?

- Política Formal
- Política Informal
- Ausência de uma Política

43. A sua empresa tem uma política para a troca de turnos?

- Política Formal
- Política Informal
- Ausência de uma Política

44. A sua empresa tem uma política de planejamento para considerar as limitações do desempenho humano na produção?

- Política Formal
- Política Informal
- Ausência de uma Política

Por favor, avalie a importância desses fatores para o sistema de gestão de segurança de sua empresa.

45. Programa formal de fatores humanos

- Nenhuma importância
- Importância Limitada
- Importância moderada
- importante
- Grande importância

46. Treinamento em Fatores Humanos

- Nenhuma importância
- Importância Limitada
- Importância moderada
- Importante

- Grande importância

47. Gestão de fadiga

- Nenhuma importância
- Importância Limitada
- Importância moderada
- Importante
- Grande importância

48. Sistema de registro de erros

- Nenhuma importância
- Importância Limitada
- Importância moderada
- Importante
- Grande importância

Os termos abaixo “Nós” ou “Nosso” refere-se a sua organização.

49. Nós temos um programa formal de qualidade ISO9000 ou um programa de melhoria contínua.

- Sim
- Não
- Não sei

50. Nosso programa de garantia da qualidade aborda explicitamente fatores humanos.

- Sim
- Não

Não

sei

51. Nós garantimos que nossos prestadores de serviços e fornecedores tenham um programa de garantia da qualidade.

- Sim
- Não
- Não sei

52. Nós temos provisão no orçamento para as intervenções necessárias em função de fatores humanos.

- Sim
- Não
- Não sei

53. Realizamos cálculo de custo-benefício ou cálculo de retorno sobre o investimento para justificar as ações em fatores humanos?

- Sim
- Não
- Não sei

54. Nossa gerência solicita o cálculo de custo-benefício para os investimentos propostos pelo programa de fatores humanos da organização?

- Sim
- Não
- Não sei

55. Temos histórico de sucessos e exemplos positivos sobre a relação custo-benefício das nossas ações sobre fatores humanos?

- Sim
- Não
- Não sei

56. Temos que melhorar nossos dados sobre retorno sobre investimento relativo ao programa de fatores humanos da organização?

- Sim
- Não
- Não sei

57. Nosso cálculo de retorno sobre investimento tem demonstrado o valor agregado a melhoria da segurança na organização em função das ações tomadas por fatores humanos

- Sim
- Não
- Não sei