



Ergonomia na Aviação:
Um estudo crítico da responsabilidade dos pilotos na causalidade dos
acidentes

Mestrando- Edgard Thomas Martins

Prof. Orientador Ph.D.- Marcelo Soares

Profa. Co-Orientadora Ph.D.- Lia B. M. Guimarães

Prof. Avaliador Ph.D.- Beda Barkokebas

Suplentes

Profa. Avaliadora Ph.D.- Laura B. Martins

Profa. Avaliadora Ph.D.- Lia Giraldo

Martins, Edgard Thomas

Ergonomia na aviação: um estudo crítico da responsabilidade dos pilotos na causalidade dos acidentes / Edgard Thomas Martins, - Recife: O Autor, 2006.
338 folhas: il., fig., tab.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CAC, Design, 2006.

Inclui bibliografia, apêndice e anexos.

1.Design – Ergonomia. 2. Ergonomia na aviação – Variação tecnológica – Automação. 3. Erro humano na aviação - Problemas ergonômicos - Causalidades. 4. Capacitação - Exigências fisiológicas e emocionais - Continuidade do aprendizado. 5. Segurança - Sistema corporativo-Treinamento e monitoramento. I. Título

7.05	CDU (2.ed.)	UFPE
331.012	CDD (22.ed.)	BC2006 - 502



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN

PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA
DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE
MESTRADO ACADÊMICO DE
EDGARD THOMAS MARTINS

***“Ergonomia na aviação: um estudo crítico da responsabilidade dos
pilotos na causalidade dos acidentes.”***

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: DESIGN E ERGONOMIA

A comissão examinadora, composta pelos professores abaixo, sob a presidência do primeiro,
considera o candidato **EDGARD THOMAS MARTINS APROVADO COM DISTINÇÃO.**

Recife, 31 de julho de 2006


Prof. Marcelo Marcio Soares, Ph.D. (UFPE)


Profa. Lia Buarque de Macedo Guimarães, Doutora. (UFPE)


Prof. Béda Barkokébas Júnior, Doutor. (UPE)

SUMÁRIO

<u>Lista de gráficos, ilustrações e tabelas</u>	10
<u>Resumo</u>	18

1 – INTRODUÇÃO

1.1 - CONSIDERAÇÕES INICIAIS	20
1.2 - OBJETIVO DA PESQUISA	
1.2.1- Objetivo geral.....	23
1.2.2- Objetivos específicos.....	23
1.2.3. Delimitação da pesquisa.....	24
1.2.4- Procedimentos Metodológicos.....	25
1.3 - OBJETO DA PESQUISA	27
1.4- FUNDAMENTOS DA PESQUISA E FORMA DE ABORDAGEM	27
1.5- JUSTIFICATIVA	28
1.6- ESTRUTURA DA MONOGRAFIA	32

PARTE I - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

<u>2- Contextualização</u>	35

3- Ergonomia na aviação

3.1.- Epistemologia e o cenário atual da Ergonomia na Aviação	54
3.2- Aspectos cognitivos e erros humanos na atividade do piloto	58
3.2.1- Acidentes, erros humanos, segurança e prevenção	
(i) Modelagem e origens de acidentes	58

3.2.2- A seqüência da causalidade dos acidentes sob a perspectiva do erro humano.....	71
3.2.3- Erros humanos na aviação- O computador defende a aeronave	73
3.2.4- Passos que Podem Conduzir a um Desastre em um cockpit.....	81
3.2.5- Automação, correção e prevenção de erros na aviação.....	83
3.2.6- A Complacência e Automatismo.....	85
3.2.7- A Segurança de Vôo no Sistema de Aviação Civil.....	88

3.3 - Aspectos cognitivos na atividade do piloto

3.3.1- Descrição da tarefa do piloto

(i) Situação de trabalho.....	92
(ii) Características do trabalho do piloto.....	93
O trabalho prescrito.....	95
Análise das atividades	85
O trabalho real.....	97
Fadiga, ritmo corporal e descanso.....	99
O sono e seus transtornos.....	101
O ciclo circadiano e suas alterações.....	102
Força G e aceleração da gravidade.....	103
As exigências fisiológicas nas grandes altitudes.....	105
Decolagens noturnas e o problema de ilusão do falso subir	106
Outras Considerações	109

3.3.2- Visão e ilusão visual.....

3.3.3- Cognição distribuída - Estilos cognitivos, tarefa coletiva

(i) Introdução.....	113
(ii) A cabine de vôo: um sistema complexo.....	115
(iii) A cognição humana.....	117
(iv) A cognição distribuída.....	118
(v) A cabine de vôo do ponto de vista da cognição distribuída.....	119
(vi) Considerações sobre cognição distribuída.....	122

3.3.4- Interfaces – IHM – IHC	
(i) Categorização dos Problemas de Interface.....	123
(ii) O sistema centrado no usuário.....	124
3.4- Arquitetura e processamento da Informação	
3.4.1- Design da informação.....	125
(i) Quantidade de informação	125
(ii) Organização da informação.....	126
(iii) Apresentação da informação.....	126
(iv) Acesso à informação.....	126
3.4.1- Referenciais documentados, mapas e design de checklists	
(i) Design de Checklists – situação normal.....	128
(ii) Design de checklists – emergenciais- situação anormal	128
(iii) Design de Checklists- verificação positiva.....	129
 <u>4 - Estado da arte na aviação</u>	
4.1- Estado da arte na aviação e o posto de trabalho do piloto.....	131
4.2 O Cockpit “de vidro” ('Glass Cockpit')	141
Dispositivos automáticos:.....	142
4.3- O design de aeronaves e a distribuição de espaços e layouts	
4.3.1- Projeto do <i>flightdeck</i> centrado no usuário	144
4.3.2- Ergonomia integrada no design.....	145
4.3.3- Certificação dos fatores humanos.....	147
4.4- O design da aeronave como um sistema	
4.4.1- Manter prático, rápido e simples	148
4.4.2- Olhos do piloto e sua concentração mental.....	148

4.4.3- Atitudes da tripulação.....	150
4.4.4- Avaliação.....	151
4.4.5- Instrumentos de controle de voo (Standby Flight Instruments)	151

PARTE II – DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DO MÉTODO

5- Desenvolvimento do método

5.1 Fundamentação do método

5.1.1- Pesquisa e metodologia.....	156
5.1.2- O método da pesquisa e o desenvolvimento do método a ser aplicado	156
5.1.6- O sistema de apoio computadorizado DataBase.....	161

5.2- Geração e desenvolvimento do método

5.2.1- Considerações éticas.....	163
5.2.2- Descritivos dos componentes do algoritmo taxonômico.....	164
I- Causalidades de acidentes.....	164
II- Índícios reveladores de uma cadeia de erros.....	166
III- Tipo de erro- núcleo do Algoritmo taxonômico.....	167
IV- Fases do voo.....	172
V- Eventuais indícios de causas ergonômicas	174
5.2.3- Descritivo do sistema Aviation DataBase, operação e finalidade.....	185

6– A APLICAÇÃO DO MÉTODO

Estudos dos registros de acidentes e incidentes com aeronaves- obtenção e tratamento dos dados

6.1 Considerações sobre o levantamento e tratamento de dados.....	194

6.2- Organização dos relatórios e mapas estatísticos.....	196
6.3- Apresentação dos produtos da pesquisa e discussão dos resultados.....	198
6.3.1- Componente de classificação (I)- Apresentação dos estudos estatísticos dos sub-componentes que integram o núcleo de algoritmo.....	198
6.3.2- Componente de classificação (II)- Apresentação dos estudos estatísticos dos sub-componentes que integram as fases do voo.....	209
6.3.3- Componente de classificação (III)- Apresentação dos estudos estatísticos dos sub-componentes que integram os indícios reveladores de uma cadeia de erros.....	212
6.3.4- Componente de classificação (IV)- Apresentação dos estudos estatísticos dos sub-componentes que integram as causalidades dos acidentes.....	215
6.3.5- Componente de classificação (V)- Apresentação dos estudos estatísticos do componente visibilidade quando ocorreram os acidentes.....	218
6.3.6- Componente de classificação (VI)- Apresentação dos estudos estatísticos do tipo e porte das aeronaves.....	220
6.3.7- Componente de classificação (VII)- Apresentação dos estudos estatísticos dos sub-componentes que integram os eventuais indícios ergonômicos nos grupos.....	221

PARTE III – DISCUSSÃO, RECOMENDAÇÕES E CONCLUSÕES

7 – Discussão sobre os estudos

7.1- Discussão sobre os resultados- o erro humano na aviação.....	227
7.1.1- Análise funcional dos condicionantes que conduzem a erros e acidentes	228
7.1.2- Falha e demora na disseminação de informações.....	228
7.1.3- Disseminação insuficiente sobre a experiência prática de aeronaves.....	230
7.1.4- Comunicação e coordenação.....	232
7.1.5- Incompatibilidade entre potencialidades do avião e ambiente de tráfego aéreo.....	233
7.1.6- A roldana de ajuste fino das superfícies móveis de controle de voo.....	236
7.1.7- O manche- sidestick versus convencional tipo coluna	237

(i) Perda da sensibilidade fina nas mãos durante o voo manual.....	239
(ii) Inexistência de controlos alternativos na falha do sistema.....	239
7.1.8 - Treinamento.....	239
7.1.9- Regulamentos, métodos e avaliação de pilotos.....	240

8 – RECOMENDAÇÕES 243

8.1- Treinamento e comunicação..... 243

8.2- O novo design dos sistemas de detecção e proteção de fogo e falhas do sistema de voo e falhas do motor 244

8.3.1- Fogo no sistema elétrico e o caso de um barramento elétrico extra e independente para caso de fogo a bordo (Virgin Electrical Bus).....	246
(i) Alerta de fogo no motor.....	247
(ii) Alerta de falha do motor.....	249

8.3 Modificar os paradigmas de classificação de erros dos órgãos responsáveis por investigação e prevenção de acidentes aéreos 250

8.4- Seleção do perfil do pessoal responsável por desenvolvimento de aeronaves e de investigação de acidentes..... 251

8.5- Prevenção de RI (Runway Incursionm – invasão de áreas de atuação de aeronaves)..... 252

8.6 Critérios mais apropriados para homologação aeronaves de treinamento básico VFR (Visual Flight Roules)..... 253

9- CONCLUSÕES.....260

9.1 Aspectos relacionados à ergonomia na aviação.....260

- (i) Sobre a culpabilidade dos pilotos.....261
- (ii) Sobre as tabelas oficiais de enquadramento dos problemas.....261
- (iii) Sobre os vôos noturnos ou sem visibilidade.....262
- (iv) Sobre os erros por problemas de informação.....263
- (v) Sobre a seleção e a avaliação dinâmica e apropriada de aeronaves.....264

9.2 A palavra final.....268

BIBLIOGRAFIA.....252

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....270

BIBLIOGRAFIA.....274

ANEXOS

1- Formulário de registro de um acidente.....285

2- Glossário.....287

APENDICE

Relatórios emitidos pelo sistema Aviation DataBase.....272

Lista de gráficos, ilustrações e tabelas

Figs.1a-e 1b- O brasileiro Neiva- Paulistinha P-56 bem sucedido treinador básico e o Boeing 737 a aeronave comercial mais vendida no mundo. Duas aeronaves com finalidades diferentes do meio aeronáutico.....	21
Fig.2– A causalidade humana cresce enquanto o fator equipamento diminui com a automação.	29
Fig.3- Causas dos acidentes com aeronaves.....	30
Fig.4- A complexa interface de controle do Boeing B-52	31
Fig.5- Relação de aeronaves ativas e número de acidentes de 1990 a 2005 –Fonte CENIPA (Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes)- Brasil.....	35
Fig.6- O comparativo dos acidentes no Brasil com no resto do mundo- fonte CENIPA (Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes)- Brasil.....	36
Fig.7- Acidentes com Jatos de 1984 a 2004- Canadá e Estados Unidos e resto do mundo-(fonte- NTSB- National Transportation Safety Board- Estados Unidos da América).....	36
Tab.1- Quadro da FAA sobre o risco de voar (Fonte- http://www.faa.com acessado em 4/4/2005)	37
Fig.8a e 8b- Fatores contribuintes para acidentes aeronáuticos segundo o NTSB (National Transport Safety Board) e o CENIPA (Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes)	38
Fig.9- Fatores contribuintes dos acidentes aéreos.....	39
Figs.10a e 10b- Acidente com a aeronave BA-146s durante o <i>táxi</i> . (deslocamento em terra).....	43
Fig.11- O controle de muitos aviões modernos só é possível com o apoio de computadores.....	46
Fig.12- Um avião como o Airbus A-320 requer apoio externo para cumprir roteiros em mau tempo	48
Fig.13a- Pouso sem visibilidade e Fig 13b– Raio passando por avião em vôo- Fatores potenciais condicionantes de acidentes.....	49
Fig.14- O piloto de caça precisa de vestimentas especiais.....	50
Fig.15a e 15b - A densidade crescente de aeronaves em aeródromos nos últimos 20 anos.....	55
Figs.16a e 16b– Pannel complexo das aeronaves de combate modernas apresentando alto nível de automação e difícil controlabilidade apoiada em computador.....	56
Fig.17- A complexa estação de trabalho do aviador.....	57

Tab.2- Posições e cores dos principais manetes para aviões em uso na segunda guerra mundial	59
Figs.18a e 18b- DOUGLAS B-26 marauder (www.zenoswarbirdvideos.com/More_B-26 15/05/2005)	59
Fig.19a e 19b- FAIRCHILD –C-82 FLYING VAGON (www.alaska.faa.gov/FAI/afss/ -1505/2005))	60
Figs.20a e 20b- NORT AMERICAN B-25 (marylandaviationmuseum.org/history – 15/05/2005	60
Figs.21a e 21b- DOUGLAS DC-3 DAKOTA (www.douglasdc3.com 15/05/ 2005)	60
Fig.22- Douglas DC-4 com a pintura da USAF em 1946	61
Fig.23- Ampla visão externa nos modernos cockpits	62
Figs.24a e 24b- O acidente com o Airbus A-320 e a discutível e polêmica causa-o stick	63
Figs.25a e 25b- Modelos com trem de pouso convencional (Paulistinha P-56) e bequilha frontal (Cessna 150)	64
Fig.26 -O ângulo de ataque	65
Fig.27a- Uma fase crítica do vôo- o pouso Fig. 27b- Visão da pista pelo cockpit durante o pouso	66
Fig.28- Causas De acidentes e incidentes	67
Fig.29- Diagrama da interação do homem com a máquina	69
Fig.30- Falhas latentes - baseada no “Swiss Cheese model” de Reason (1990).	72
Fig.31–Os dois Boeings 747 em Tenerife- JetSite–Brasil (www.jetsite.com -12/.032005)	73
Fig.32a e 32b– As modificações radicais no posto de trabalho do aviador	74
Fig.33- Sistemas críticos controlados por computador	75
Fig.34- Separação da cauda de Airbus A-300 (Foto do National Transport Safety Board-2006)	76
Fig.35- Airbus A-320 combinação errada de atitude , ângulo de ataque (vide página 105) e velocidade causando e queda na mata – Tecnologia sob dúvida	77
Fig.36- O Boeing 747 da PanAm envolvido no acidente em Tenerife	78
Fig.37-Componentes que colocam e mantêm uma aeronave em vôo	79

Fig.38- Instrumentos principais para vôo visual de um avião de treinamento básico.....	83
Figs.39a e 39b- O cockpit do Airbus A-380 e a visão externa deste moderno avião.....	86
Fig.40 – Profissionais do Controle de tráfego Aéreo em atividade.....	91
Tab.3- Informações e ações do piloto nas fases de preparação, vôo e finalização.....	93
Fig.41- A visão da pista na operação de pouso com neblina ao fundo.....	111
Fig.42- Os aspectos antropométricos são muitas vezes negligenciados como no caça P-47	112
Fig.43- Visão ampla de um cockpit moderno – Red Arrow.....	112
Figs.44a e 44b- Visões frontais limitadas do F-117 devido ao formato aerodinâmico e do antigo treinador básico civil Neiva Paulistinha P-56 quando em terra.....	113
Fig.45- Erro de julgamento no pouso (<i>parallax - slope</i>).....	113
Figs.46a e 46b– Visão noturna (disponibilizado pela FAA).....	114
Fig.47- A visão falha.....	114
Fig.48- Comandante Rocky e sua tripulação de um Boeing 777 da Singapore AirLines. O conhecimento e tarefas são distribuída pelos componentes da equipe para o avião voar.....	115
Figs.49a e 49b- Antigo cockpit ainda com posto de engenheiro de vôo (Super Constalation) e novo Boeing 777- Apenas pilotos e computadores controlando a aeronave.....	116
Fig.50- Aeronave Embraer 120 “Brasília”. (www.embraer.com.br).....	119
Fig.51: Representação do painel do Boeing 747 com os DV em destaque (Foto disponibilizada por http://www.aviationsafety.net).....	20
Figs.52a, 52b e 53- Cockpits diferentes para gerações de uma mesma aeronave- O Boeing100, Boeing 737-200 e Boeing-737-nova geração.....	124
Fig.54- Uma nova apresentação informacional nos postos de trabalho do piloto na aviação	126
Figs.55a e 55b- O cockpit do B-52 (1964), onde as ações do piloto não exigiam muito sobre conhecimento de computadores, automação e monitoração de atuadores automáticos.....	127
Fig.56- A precursora aeronave servo-assistida- O Boeing 727 em 1962.....	131
Fig.57- Fluxo de informações em cockpits antigos (baseada na figura de Santos (2001)).....	132
Fig.58- Fluxo de informações em cockpits automatizados (baseada na figura de Santos (2001))	133

Fig.59– Os ailerons são superfícies móveis que promovem o longitudinal da aeronave e auxiliam o alinhamento do avião em vôo com o horizonte e com a pista no pouso e na decolagem.....	136
Fig.60- O moderno posto de trabalho do piloto que mais sugere um posto de operador de computador.....	138
Figs.61a e 61b– A evolução tecnológica dos cockpits Caça moderno-Nova tecnologia Caça da segunda guerra-Tradicional.....	139
Figs.62a e 62b- Cockpits do Boeing B-52 (1962) e do Boeing 777 (2004) – quase meio século de separação e tecnologias.....	140
Fig.63- O Glass cockpit.....	141
Fig.64- O cockpit do Airbus A-380- <i>Glass and Paperless</i> cockpit além dos “sidestics” de comando	142
Fig.65- O Glass Cockpit do moderno Boeing 777 que usa o “antigo” manche de comando.....	143
Fig.66– O <i>Flighdeck</i> do Boeing 777- O estado da arte em aeronaves modernas	144
Figs.67a e 67b-Abertura não planejada de compartimentos das aeronaves. Potenciais focos de acidentes mortais.....	146
Fig.68- Hiper sustentadores estendidos e trem de pouso baixado.....	149
Figs.69a e 69b- Cockpits dos antigos DC9 e MD11-Cockpits bem projetados e seguros segundo FAA (Federal Aviation Administration).....	151
Fig.70- Display que alterna emulação de instrumentos.....	152
Fig.71- Algumas aeronaves “ <i>Glass Display</i> ” têm, adicionalmente, o AI (<i>Attitude Indicator</i>) e outros poucos instrumentos, também fixo e analógico por medida e segurança.....	153
Fig.72- Ângulo de ataque.....	154
Tab.4- Classificação dos componentes do núcleo do algoritmo.....	170
Fig.73- O núcleo do Algoritmo classificador de erros e falhas nos acidentes.....	171
Fig. 74- Apresentação dos nomes dos trajetos dos deslocamentos que antecedem o pouso.....	172
Fig.75- Diagrama representativo da função derivada do algoritmo taxonômico.....	175

Fig.76- Uma causalidade ou origem de um acidente será representado por um ponto espacial com uma projeção coordenada específica em cada superfície que integra a figura que apresenta o ábaco do algoritmo taxonômico.....	176
Fig.77- Um acidente inscrevendo, neste diagrama, uma função coordenada $f ((F_n), (A_n), (C_n), (I_n), (B_n))$	176
Fig.78- Esta função projeta uma eventual correlação com um indício de causa ergonômica no plano abaixo, agregando o fator B_n à função, compondo= $f ((F_n), (A_n), (C_n), (I_n), (B_n))$	177
Tab.5- Causalidades ergonômicas associadas a erros aeronáuticos.....	178
Fig.79- Algoritmo completo para identificação de causalidades de acidentes aéreos.....	179
Fig.80- Navegação no Algoritmo completo para identificação de causalidades de acidentes aéreos. Diagrama representativo da análise de um acidente.....	180
Tab.6- Alterações no grupo “Ação errada da tripulação” (baseado no algoritmo de O’Hare)”.....	182
Tab.7- Alterações (em vermelho) no grupo “Indícios reveladores de uma cadeia de erros” (Segundo a FAA).....	183
Tab.8- Alterações (em vermelho) no grupo Causalidades de acidentes (Baseado nos indicadores da CENIPA).....	183
Fig.81- Tela principal de navegação	185
Fig.82- Fluxo de operações de uso do sistema Aviation Database.....	186
Fig.83- Tela de entrada de dados de cada acidente. Observe que a linha iniciada pelo campo referencia já apresenta a formação do código lógico quando estiver combinada com os outros campos subsequentes.....	187
Fig.84- Tela de um registro com os campos expandidos (decodificados).....	188
Fig.85- Imagem de uma edição exportada para programas do Office (Windows da Microsoft).....	189
Fig.86- Uma das telas principais utilizadas como interface para montagem de relatórios estatísticos e correlações.....	190
Fig.87- Tela do sistema DataAviation que apresenta uma das alternativas de filtro.....	191
Fig.88- Tipo de gráfico produzido pelo sistema para as principais montagens do sistema.....	191
Fig.89- Erros no cockpit.....	198
Figs.90a e 90b- Indicadores de erros no cockpit nas décadas de 40-70 (período da aviação sem automação) e indicadores de erros no cockpit nas décadas de 80-2000(com automação).....	199

Fig.91- Combinação dos erros em cockpits nos períodos 40-70 e 80-2000 e todo período	200
Fig.92– Categorias de erros segundo Nagel (1988).....	201
Tab.9- Categorização dos erros no cockpit segundo Nagel (1988).....	201
Figs.93a e 93b– Participação dos sub-componentes que integram os grupos AÇÃO E DECISÃO dos estágios de erro segundo Nagel (1988).....	201
Figs.94a e 94b- Sub-componentes dos grupos erros de INFORMAÇÃO e NÃO HOUVE ERRO segundo o estágio de erro segundo Nagel (1988).....	203
Fig.95a – Categorias de erros segundo Dekker(2002).....	204
Tab.10- Categorização das perspectivas de erros segundo Dekker (2002).....	204
Figs.95b e 95c- Sub-componentes e suas participações percentuais dentro das classificações que integram as perspectivas de erros segundo Dekker para os grupos ERROS COGNITIVOS E ERROS SISTÊMICOS.....	205
Figs.96a e 96b– Grupos NÃO HOUVE ERRO e de INFLUÊNCIA AEROMÉDICA segundo as perspectivas de erro segundo Dekker e respectivas participações dentro destes grupos.....	206
Fig.97- Comparativo das ocorrências de erros no cockpit classificados nos grupos segundo Nagel (1994) para as décadas antes e pós automação.....	207
Fig.98- Comparativo das ocorrências de erros no cockpit classificados nos grupos segundo Dekker(2002) para as décadas antes e pós automação.....	207
Fig.99- Componente Fases do voo– Indicativos de toda a amostra.....	209
Fig.100- Comparação dos erros nas diversas fases do voo nos períodos antes da automação (década de 40-70), após a automação(a partir da década de 80) e em relação a todo o período da amostra.....	210
Fig.101- Participação dos sub-componentes que integram o componente INDÍCIOS DE UMA CADEIA DE ERROS baseado nas classificações da FAA (Federal Aviation Administration).....	211
Fig.102- Comparação dos indícios de uma cadeia de erros para os períodos antes da automação (década de 40-70), após a automação(a partir da década de 80) e em relação a todo o período da amostra.....	212
Fig.103- Sub-componentes do grupo CAUSALIDADE DOS ACIDENTES e seus percentuais.....	215
Fig.104- Comparação nas causalidades dos acidentes com aeronaves para os períodos antes da automação (década de 40-70), após a automação(a partir da década de 80) e em relação a todo o período da amostra.....	216
Fig.105– Participação do componente VISIBILIDADE nos acidentes em toda a amostra.....	218

Fig.106- Comparação nas causalidades dos acidentes com aeronaves para os períodos antes da automação (década de 40-70), após a automação(a partir da década de 80) e em relação a todo o período da amostra.....	218
Fig.107- Participação PERCENTUAL do PORTE E TIPO das aeronaves em toda a amostra.....	220
Fig.108- Participação percentual representativa dos sub-componentes das eventuais falhas ergonômicas nos acidentes aeronáuticos em toda a amostra.....	222
Fig.109- Indícios de erros ergonômicos <u>Comparativo dos períodos</u> Base: percentuais de:toda a amostra- sequencia 1 décadas 40-70- sequencia 2 décadas 80-2000- sequencia 3.....	223
Fig.110- <i>Flaps</i> totalmente baixados e <i>speedbreaks</i> acionados.....	231
Fig.111- Pedais de controle do leme de direção.....	231
Fig.112- Display em avião automatizado que apresenta o mapa de movimento da aeronave.....	233
Fig.113- <i>Trimmer</i> em formato de roldana do 737 na altura do joelho, fácil de ver e operar.....	236
Fig.114- Sidestick do piloto comandante no Airbus A380 - do lado esquerdo do assento.....	237
Fig.115- Extintores de fogo do MD80.....	248
Fig.116- Diagrama dos segmentos integrantes de avaliação de uma aeronave para vôo VFR.....	256
Tab.11– Lista de dos parâmetros de segurança e usabilidade de uma aeronave destinada a treinamento básico de vôo VFR (<i>Visual Flight Rules</i>).....	258

RESUMO

Palavras chave: Erro humano, Ergonomia, Automação em aeronaves

Os registros oficiais de acidentes, sempre apontam para o humano como culpado ou como fator contribuinte nos acidentes numa proporção próxima a oitenta por cento. Deve-se considerar que o piloto recebe um artefato que iniciou seu projeto de fabricação alguns anos antes de ser entregue a este profissional. Ele agora é o responsável por mantê-la no ar, com segurança, que pesa 50.000 quilos ou mais e que transporta, cinco toneladas de combustível altamente inflamável e cerca de duzentos passageiros a bordo. Esta máquina complexa depende das perfeitas condições de funcionamento. Mas o ser humano é falível e a história da aviação mostra que estes equipamentos apresentam defeitos e ainda continuarão apresentando problemas. Porém, inserido neste caminho para a busca da perfeição técnica e operacional da aeronave, está invariavelmente o piloto, que no final, é quem está sempre dentro do artefato quando este se acidenta e paga o mais alto preço, que, muitas vezes, é a própria vida.

Os erros dos pilotos certamente ocorrem, mas é preciso analisar suas origens que se devem também, às falhas de projeto, aos erros de manutenção, à falta de capacitação, que freqüentemente lhe foi negada, a turnos de trabalho mal planejados onde foi negligenciado o seu ciclo circadiano, à má comunicação das torres de controle, às informações erradas ou desatualizadas de cartas de navegação, aos erros de outros pilotos, a suas próprias falhas e a outros condicionantes.

Foi feito um estudo crítico nos registros oficiais dos acidentes com aeronaves através da releitura de uma amostra selecionada disponibilizada por órgãos nacionais e internacionais de controle e prevenção de acidentes, preservando e não contestando seus diagnósticos. Foi realizado um correlacionamento dos condicionantes, prospectando indícios de origens cognitivas e outros fatores ergonômicos que podem ter contribuído com as causalidades. Para isto foi desenvolvido um sistema em computador para implantar um banco de dados de acidentes aeronáuticos com informações extraídas destes registros, que permitiu o tratamento de um grande número de variáveis. Uma ampla análise através de listas e mapas estatísticos gerados por este sistema apontou para a possibilidade da participação de uma contribuição de erros de origem cognitiva em cerca de 42% dos acidentes na amostra analisada.

Por fim, são indicadas as recomendações sobre treinamento e comunicação, novos sistemas de proteção de fogo, referenciais para classificação de erros pelos órgãos encarregados de investigação de acidentes aéreos, perfil do pessoal encarregado de investigação de acidentes e critérios de homologação de aeronaves de treinamento básico. Encerramos com as conclusões sobre a culpabilidade e a incapacitação dos pilotos, vôos noturnos ou sem visibilidade, erros devido

à desinformação e sobre a avaliação da dinâmica de voo das aeronaves como um componente integrante do processo de homologação.

ABSTRACT

Key-words- Human errors, Ergonomics, Automation in aircrafts

Official documents about aviation accidents always attribute the responsibility to pilots or on a combined cause participation with others causes as environment or meteorological factor at a proportion near 80%. We must consider that the pilot receives the machine that begins its design years before. Now he has the obligation to maintain this artefact flying, with its 50.000 Kg weight and 200 passengers on board. This complex machine depends on the perfect conditions of operation but the human is fallible and the equipment also fails and will also present defect eventually. On the search to the technical and operational perfection the pilot is inserted, who, after all, is remaining inside the aircraft when an accident occurs and that pays the high price sometimes with his own life.

Pilots always make errors but it is necessary to analyse the origins of this errors that certainly are related with some initial project errors or due to maintenance procedures or even to the lack of training (that was not conducted on appropriated format) or errors at the work planning or corporate negligence about crew health or eventually related to problems caused by air traffic control, unupdated navigation charts or finally, problems with onboard computers programs errors and others.

A critical study based on official aviation accidents informations was realized getting an selected issue obtained on international and national Bureaus of investigation and prevention of aircraft accidents like NTSB (National Transport Safety Board from United States of America). All the originals diagnostics presented on these reports was preserved without contestation. The objective was to look for the origins of the causes.

A Data base computer system was developed to implement and to perform the data cross and to prospect the possibility of existing the ergonomics factors that should be a contributive factor to the aviation causes. This system indicates that 42% of cognitive factor is present in the accidents.

Finally, it is showed the recommendations about training, communication, fire protection, group of investigation accident behavior and composition of this team and some changes on homologation airplanes routes. The conclusions was written about incapacitation and its causes, night flights or without visibility, errors and evaluations at the dynamics of flight.

1 – INTRODUÇÃO

Apresentamos nesta parte inicial da monografia, a exposição do argumento relacionado aos **aspectos ergonômicos do erro humano na aviação**, os objetivos do trabalho e o modo de tratar este assunto. Indicamos a importância da realização deste trabalho, a descrição do cenário onde se insere este tema, as limitações, o modo de estruturar, encadear e conduzir o estudo.

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A intenção de elaborar um ensaio sobre erros de pilotos na aviação existe há muito tempo, e foi maturada enquanto aguardava-se nas salas de controle de saúde da Aeronáutica, as etapas que integravam os exames médicos anuais obrigatórios aos pilotos homologados. Naquelas ocasiões, às vezes, era denotada a ausência de um companheiro que tinha se envolvido em um acidente. Naqueles momentos presumia-se que haveria mais um culpado na lista de responsáveis por acidentes aeronáuticos. Sempre foi pensamento comum na aviação que este tipo de avaliação periódica das condições físicas não é suficiente para aferir os vários outros condicionantes como, por exemplo, os importantes fatores emocionais e organizacionais necessários ao exercício seguro da profissão. Outras atividades como planejamento mal feito, horários de turnos de trabalho visando a otimização do uso dos aviões, a falta de um treinamento continuado, exigência de propósitos que observam meramente aspectos comerciais conduzem à expectativa de erros e acidentes. Estes aspectos nem sempre são submetidos a uma monitoração formal e permanente.

Em paralelo, a escolha apropriada de uma aeronave para uma determinada aplicação pode ser difícil. Um enquadramento errado dos critérios para escolha de aeronave, para um propósito específico, pode significar acidentes em potencial. Este cenário indica a falta de condicionantes de natureza ergonômica, tanto no ponto de vista de conforto e usabilidade para pilotos e passageiros e de instrutores e alunos. Igualmente, não priorizar os aspectos ergonômicos no projeto e construção de uma aeronave também se agrega a este somatório de causas para provocar erros e problemas, às vezes com consequências indesejadas como perdas de vida.

Projetar, avaliar, selecionar ou construir apropriadamente aeronaves envolve conhecimento das bem sucedidas e mesmo das mal sucedidas experiências da história da aviação, da tecnologia e da aerodinâmica de aeronaves, de ergonomia e da participação dos usuários, que nem sempre ocorre. A escolha de aeronaves para determinado propósito, como por exemplo, para o uso como treinamento básico, precisa ser, devido a critérios de segurança, fundamentada nos registros históricos de sucesso de aeronaves de treinamento como o Cessna 150 ou do Neiva Paulistinha P-51 e para fins comerciais como o Boeing 737 ou então estar instrumentada em um processo mais

sistemático, metodológico e rígido de avaliação. A figura 1a apresenta o Neiva Paulistinha P-51, importante avião utilizado em quase a totalidade dos aeroclubes do Brasil para formação básica de pilotos desde a década de 50 ainda existindo ainda muitos em plena atividade. A figura 1b mostra o Boeing 737, a aeronave mais vendida universalmente para fins comerciais.



Figs.1a (foto do autor) e 1b (foto disponibilizada pela America Safety no site www.Americasafety.net) O avião brasileiro Neiva- Paulistinha P-56, bem sucedido treinador básico e o Boeing 737, a aeronave comercial mais utilizada no mundo. Duas aeronaves com finalidades diferentes e famosas no meio aeronáutico.

Os fatores ergonômicos permeiam toda a aviação, agregados aos outros fatores contribuintes que mantêm as aeronaves voando, estabelecendo segurança e conforto para tripulações, passageiros, alunos, pessoal de manutenção e apoio. Estes aspectos ergonômicos estão igualmente presentes em quase todas as atividades representadas pelas pessoas coadjuvantes na aviação ativa e merecem nossa devida atenção. Embora toda segurança que a aviação apresenta através de índices representativos, tal como número de aeronaves voando versus número de acidentes, é sabido que este número de aviões tende a aumentar e o tamanho destas aeronaves também tem aumentado, carregando junto, a exposição e o perigo apresentado pelo número de passageiros. E assim, ante as várias expectativas que a estatística sugere, a prevenção de acidentes cada vez mais se esmera em indicar caminhos que reduzam, no futuro, estes índices.

Os índices de acidentes em aviação no Brasil são mais altos que o da Oceania, do Japão e dos Estados Unidos dentre outros, mas acreditamos que podem melhorar se forem adotadas as mesmas medidas de segurança, capacitação e manutenção de equipamentos utilizadas nestes locais. De acordo com o CENIPA (Centro Nacional de Investigação e Prevenção de Acidentes - Brasil) o número de aeronaves aumenta enquanto diminui o índice de acidentes aeronáuticos.

O número de acidentes com aeronaves é muito baixo se comparado com outros meios de transporte e tem-se reduzido gradualmente. Este número nos Estados Unidos e Canadá é menor

que 0,5% por milhão de decolagens/ano para jatos de grande porte (acima de 60.000 libras). Esta categoria de aeronaves é a mais importante no meio de transporte de carga e passageiros.

Os estudos estatísticos dos importantes órgãos oficiais de prevenção e controle de acidentes nos Estados Unidos, Canadá, Nova Zelândia e Brasil mostram que, se for considerada toda a aviação privada comercial e não comercial incluindo todo tipo de aeronaves e todo tipo de propulsão (jato e pistão), este índice tem um substancial acréscimo (quase 10 vezes mais).

No Brasil, este índice não está de acordo com a eficiência da prevenção de acidentes apresentada pelos índices verificados em algumas áreas do mundo como Canadá e Estados Unidos. Pode-se pensar que o Brasil poderá ser aproximar destes melhores índices, considerando que é o quarto maior produtor de aeronaves do mundo que utiliza a mesma tecnologia aeronáutica para produção, manutenção e suporte logístico de voo, destes países (Controle de tráfego aéreo, suporte para voo por instrumentos à noite e mau tempo e colóquios gerais de linguagem e comunicação avião-terra).

Apesar da participação humana como fator causal em acidentes de trabalho ser um alvo importante no estudo da ergonomia pode-se sugerir que o erro humano não é uma conclusão, mas sim um ponto inicial de investigação (CHRISTOFFERSEN et al ,1999).

Todo o esforço para melhorar a segurança aérea tem sido um importante condicionante para fortalecer e consolidar a aviação como o meio de transporte mais atraente da humanidade. Apesar dos problemas que acontecem serem divulgados na mídia, o sistema de aviação é considerado um dos mais seguros do mundo. De acordo com a FAA (Federal Aviation Administration - Estados Unidos), na última década, um comparativo dos índices de acidentes aeronáuticos com os outros tipos de acidentes mostra que andar de bicicleta é quase dez vezes mais perigoso que andar de avião. Também enfatiza que o único meio de transporte mais seguro que o avião é o ferroviário.

1.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

1.2.1- OBJETIVO GERAL:

O objetivo deste trabalho é questionar a permanente culpabilidade dos pilotos referenciada nos resultados das investigações de acidentes com aeronaves e tem o propósito de apontar indícios de problemas ergonômicos que podem ter conduzido ou contribuído para ocorrência de acidentes e incidentes com aeronaves, classificando os erros e as falhas encontradas nos registros destes acidentes.

Para isto, serão utilizados os descritivos de acidentes e incidentes aeronáuticos elaborados por alguns dos mais importantes órgãos oficiais de prevenção e investigação de acidentes de aviação em todo mundo. São estes:

1. NTSB (National Transport Safety Board)-Estados Unidos da América
2. CAA (Civil Aviation Authority)– Nova Zelândia
3. TSB (Transport Security Board)- Canadá
4. CENIPA (Centro Nacional de Investigação e Prevenção de Acidentes)- Brasil
5. DAC (Diretoria de Aeronáutica Civil- atual ANAC- Agência Nacional de Aviação Civil)– Brasil
6. FAA (Federal Aviation Administration)- Estados Unidos da América

O estudo aplica uma pesquisa naturalista, exploratória e histórica em uma amostra referente a um longo período de registros históricos de acidentes com aeronaves referentes às décadas de 40 até hoje, buscando os eventos e origens ergonômicas que podem ter conduzido a estes acidentes, entretanto sem modificar nem questionar os componentes de causalidades, mas prospectando nas origens destes acidentes, os eventuais componentes ergonômicos, aplicando.

1.2.2- OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- 1) Mostrar que a permanente culpabilidade total do piloto ou sua participação nos acidentes pode estar, muitas vezes, obscurecendo e confundindo os aspectos mais amplos que envolvem toda a aviação, de forma institucional.
- 2) Prospectar problemas e fatores e situações de origem ergonômica que contribuíram para a ocorrência de acidentes aeronáuticos.

- 3) Fazer uma re-leitura dos registros de acidentes aeronáuticos, buscando nos descritivos das atitudes e procedimentos operacionais individuais e coletivos das tripulações, indícios de falhas de origem ergonômica que podem ter motivado ou contribuído para a ocorrência de acidentes ou incidentes com aeronaves.
- 4) Projetar e desenvolver em computador um sistema para coleta e estruturação de um banco de dados para agilizar e viabilizar o tratamento com a grande variedade de informações confluentes encontradas e tratadas por esta pesquisa,
- 5) Apresentar estudos estatísticos e mapas de correlação entre os componentes dos erros que conduzem aos acidentes aeronáuticos, apresentar indícios de problemas de origem ergonômica e indicar recomendações que poderiam auxiliar na prevenção de acidentes e incidentes aumentando a segurança na aviação.

1.2.3- DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Este trabalho não pretende questionar nem sugerir modificações nos diagnósticos de culpabilidade apresentados nos registros de acidentes aéreos, mas discutir os fundamentos dos erros que conduziram a estes eventos e problemas, prospectando as origens ergonômicas que eventualmente podem ter contribuído para estas ocorrências. A pesquisa aponta para dois períodos distintos de leitura e classificação dos componentes que conduziram aos acidentes e incidentes:

- Antes da automação nas aeronaves (décadas de 40 a 70)
- Após a introdução da automação nas aeronaves (década de 80 até hoje)

Dentro destas perspectivas, os estudos buscarão correlacionamento e indicativos de origens de erros com fundamentação no campo da ergonomia com ênfase nos aspectos cognitivos.

1.2.4- PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este trabalho visa aplicar nos registros oficiais de acidentes, um olhar ergonômico, prospectando ocorrências que levaram a problemas não planejados na aviação com objetivos de:

- 1) Selecionar e analisar a amostra
 - Selecionar as fontes de coleta de registros de acidentes, viabilizando a obtenção do material para análise.
 - Classificar uma amostra representativa para extrair os melhores conteúdos e formatos de apresentação dos problemas/objeto e planejar a pesquisa.
 - Estudar os registros de acidentes identificando nestes, os problemas, as falhas e os erros cometidos por eventuais problemas ergonômicos, classificando-o quanto à sua natureza. As fontes são os relatos das entidades citadas no início da página anterior.

- 2) Elaborar indicadores e verificar melhor processo de tratamento de dados e de realizar o cruzamento e correlação das informações primárias extraídas dos registros de acidentes.
 - Desenvolver um sistema em computador para implantação de um banco de dados de registros de acidentes aeronáuticos (Aviation Database).
 - Desenvolver editores de correlacionamento de variáveis e de emissão de relatórios e de gráficos. Inserir exportações para outros editores tipo os formatos aceitos pelos programas do Office do Windows (Copyright Microsoft).
 - Apurar o potencial do sistema Aviation DataBase para permitir edição dos produtos da pesquisa

- 3) Estruturar os formatos dos resultados da pesquisa, redigir as conclusões e as recomendações.
 - Ajustar abordagem sistêmica com professores orientadores
 - Definir procedimentos operacionais para obter os relatórios de confluências das falhas, de erros e condicionantes
 - Elaborar os formatos de apresentação das análises, dos gráficos e dos informes estatísticos
 - Mapear e elaborar gráficos e informes estatísticos
 - Complementar, eventualmente, dados de outras fontes não programadas

- Produzir gráficos e relatórios
- Proceder a análise com enfoque ergonômico por sistema de computador (Aviation DataBase)

4) Produzir os capítulos de recomendações e conclusões

1. 3- OBJETO DA PESQUISA

O objeto desta pesquisa é analisar os registros dos acidentes aéreos realizados por entidades governamentais (op.cit.) no período de 1940 a 2006, onde será realizada uma re-leitura com enfoque ergonômico. Serão prospectados elementos para identificar os condicionantes que conduziram a erros. O estudo não contestará os descritivos das análises dos registros oficiais de acidentes nem os respectivos diagnósticos. Porém procurará investigar as origens das causas que normalmente são imputadas aos pilotos nestes documentos oficiais, onde as estatísticas das investigações dos acidentes apontam para uma culpa individual ou combinada do piloto em cerca de 80% dos acidentes na aviação.

Indicadores apontam para o componente humano como o maior componente na causalidade de acidentes aéreos (National Transport Safety Board – NTSB- USA 2000 e Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes-CENIPA- Brasil– 2004).

O trabalho vai prospectar, nestes relatos de acidentes, eventuais deficiências ergonômicas que podem ter contribuído para o erro humano e conseqüentes acidentes.

1.4- FUNDAMENTOS DA PESQUISA E FORMA DE ABORDAGEM

Considerando que a causa da maior parte dos acidentes aéreos são imputados ao piloto ou erro humano, tudo leva a crer que muitos dos acidentes e incidentes aéreos podem ter sido causados ou ter tido contribuição de problemas de fundamento ergonômico. Muitas entidades encarregadas de prevenção de acidentes com aeronaves como o NTSB (op.cit.) (1994 e 2001), a FAA (Federal Aviation Administration)(1995, 1996), e o Cenipa (op.cit.) (2004) apresentam, em seus estudos e nos registros oficiais de acidentes, que desde o início da aviação comercial, a preocupação é reduzida dos fabricantes e das empresas de aviação com os aspectos fisiológicos e ergonômicos no desenvolvimento das interfaces humano-máquina nas aeronaves e na imposição de turnos de trabalho aos pilotos e às tripulações dos aviões e na capacitação adequada destes profissionais.

As investigações de acidentes, na maior parte das vezes, nestas últimas décadas, não incluíram como enfoque prioritário, aspectos ergonômicos das aeronaves envolvidas nestes eventos. Igualmente pode-se observar a construção de acidentes que se delineiam muito antes destes acontecerem aprofundando o enfoque dos fatores contribuintes para os erros no estudo de algumas aeronaves e no seu propósito de uso. De forma geral, as análises dos acidentes com aeronaves são feitas por pessoal da própria aviação que não considera, com profundidade, os condicionantes

cognitivos, fisiológicos e problemas com as interfaces humano-máquina que podem ter contribuído para estes acidentes.

O erro humano tem sido apontado como o motivo predominante nos problemas na aviação. Entre 60 e 80 por cento da culpabilidade dos acidentes aéreos se apresentam devido a falhas humanas (NTSB, 1994), CENIPA, 2002 - 2004), sendo que o fator humano é o maior componente de participação nos acidentes com aeronaves, onde o peso de sua participação nas estatísticas é muito maior que a soma de todos os outros fatores somados.

1.5- JUSTIFICATIVA

Sabe-se universalmente que o erro humano é considerado o nexos primário da maioria dos acidentes de avião, sendo atribuído à conduta do piloto e, em menor grau, ao sistema de trabalho através do qual a ação de errar acontece. Todos os relatórios estatísticos dos principais órgãos de investigação de acidentes apresentam o piloto como o maior componente individual ou combinado das causalidades dos acidentes na aviação em mais de 80% dos acidentes de avião. (Estatísticas da American Safety (USA), da NTSB– National Transportation Safety Board (USA), do DAC- Diretoria de Aeronáutica Civil (Br) e do CENIPA- Centro de investigação de Acidentes Aeronáuticos– Br).

Embora a identificação de um “culpado” geralmente satisfaça a opinião pública, imputar um acidente de aviação a erro do piloto é uma abordagem superficial, injustificável e inócua para a prevenção de acidentes (BRANCO,1999).

Devido a este costume de se penalizar sempre o piloto como culpado dos acidentes, os designers de aviões têm sido compelidos a adotar métodos que, na tentativa de reduzir erros humanos, tornam as aeronaves cada vez mais complexas. Certos aspectos físicos da estação de trabalho do piloto se agregam como ingredientes básicos para a construção de acidentes. Em outras palavras, a Interface Humano-Máquina.

Mas paradoxalmente, com a automação, as causas de acidentes imputadas a erros humanos cresceram substancialmente tendo em vista que os equipamentos se tornaram mais “seguros” e os erros de equipamento ocorrem “muito raramente”, nesta nova fase da aviação segundo os fabricantes e as Instituições ligadas à aviação em geral. Assim, o piloto se torna o culpado do acidente já que o equipamento automatizado, supostamente, não falha.

A figura dois mostra claramente o aumento da causalidade humana como componente maior dos acidentes com aeronaves seguindo deste raciocínio de “máquina segura”. Mas tudo leva a crer que a área do gráfico com listas, indica que aspectos ergonômicos, principalmente os relacionados a

perspectivas cognitivas, são as origens das causas dos acidentes. Como o gráfico trata de culpabilidade e os dois agentes apresentados são O PILOTO E O EQUIPAMENTO, toda a análise se situa nestes dois componentes. Entre o equipamento e o piloto se insere a interface humano-máquina. E neste contexto existe o aspecto ergonômico. Assim sendo, é nesta área achurada, em instância final, que confluem os componentes: capacitação, variabilidade humana, cognição coletiva, liderança, aspectos fisiológicos e emocionais e muitos outros que precisam ser administrados para o piloto fazer parte harmonicamente competente desta máquina, que supostamente falha muito raramente (FAA, 1996), pode-se, então, deduzir que a tecnologia melhorou muito a performance das máquinas e suas respectivas interfaces com o ser humano. Mas os indicadores dos acidentes de aviação mostram que a tecnologia não tem impactado positivamente estes índices. As máquinas melhoraram mas o piloto continua errando e a ele tem sido atribuído, cada vez mais, a causalidade principal dos incidentes e acidentes. Vê-se que cada vez mais aumenta a área do gráfico com listas, à medida que o tempo passa. Qual a origem destes erros e porque isto ocorre? Cumpre observar que pode haver uma correlação entre o aumento da tecnologia em aeronaves e o aumento dos acidentes, que é uma das questões que procuramos prospectar na pesquisa.

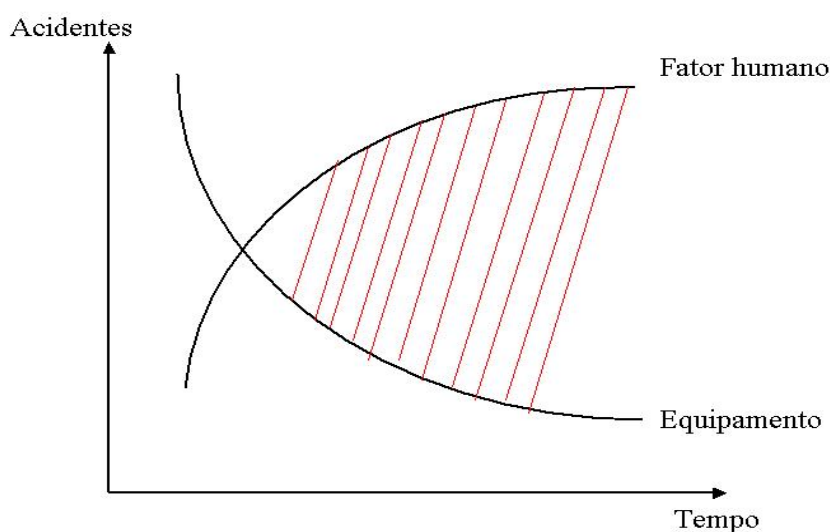


Fig.2– Com a automação, a causalidade humana cresce enquanto o componente equipamento diminui (figura baseada no gráfico disponibilizado pelo CENIPA site www.cenipa.gov, 2004)

O gráfico da figura três editado pela NTSB (National Transport Security Board – Estados Unidos) em 1996 reforça esta afirmação apresentando as participações humana e outras nos acidentes aéreos. Vê-se a causalidade Humana e os outros componentes nos anos de 1991 a 1995 (barra cinza) e somente em 1995 (barra branca). Os percentuais destes índices e dos componentes

humano e dos outros têm se mantido nos períodos de 1991 a 1995 (cinza) e somente em 1995 (branco).

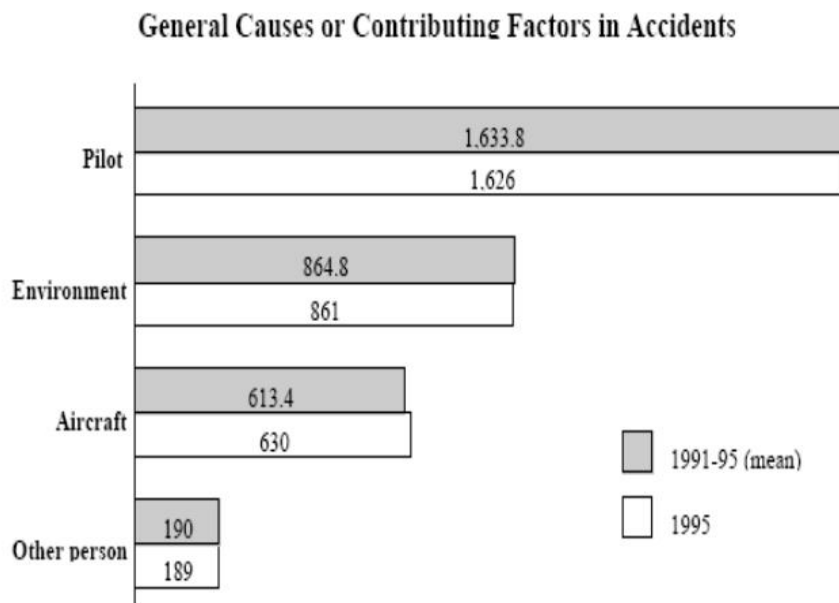


Fig.3- Causas dos acidentes com aeronaves
(fonte- NTSB disponibilizada no site www.ntsbt.net/query,1995)

Ao analisarmos as estatísticas sobre acidentes aeronáuticos, notamos que o “erro do piloto” é um fator contribuinte, presente em 80% dos relatórios finais. Alguns especialistas, porém, sugerem que este termo freqüentemente encobre problemas sérios de Ergonomia nas aeronaves. (Simões, 1992). David B.Thurston, em seu livro “Design for Safety, 1988”, estudando as estatísticas, revisando-as e demonstrando que muitos acidentes já ocorridos poderiam ter sido evitados, se algumas características básicas de algumas aeronaves tivessem sido projetadas e construídas de outra forma. Os outros componentes como meio ambiente, aeronave e outras pessoas (torre de controle , pessoal de serviço de terra, manutenção) também mantém os mesmos índices. Estes componentes são muito menores que os apresentados como erro do piloto.

Os indícios de falhas de origem ergonômica nos acidentes aeronáuticos devem ser revelados para viabilizar o desenvolvimento de uma modelagem mais ampla e pró-ativa na investigação e prevenção destes acidentes. Observa-se que estes indícios, se identificados nos futuros e inevitáveis acidentes com aeronaves, devem ser enfatizados e incluídos na investigação e preparação dos registros oficiais e na elaboração das devidas recomendações.

O trabalho do piloto de controlar um artefato no ar que só se mantém se estiver em movimento constante e dentro de uma série de padrões e regulamentos apresenta muitas oportunidades de errar, contribuindo com as informações indicadas nestes gráficos.

Vê-se na Figura quatro, um posto de trabalho que traz muitas exigências físicas, cognitivas e emocionais a um humano: o cockpit do Boeing B-52. Este avião ainda não tem auxílio de computadores, é um dos maiores aviões já construídos. A roupa do piloto, devido a vários fatores inclusive altitude de operação, reduz muito o conforto do piloto.



Fig. 4- A complexa interface de controle do Boeing B-52
(foto disponibilizada no site www.marylandaviationmuseum.org/history/b52aircraft.html–15/05/2004)

1-6 ESTRUTURA DA MONOGRAFIA

Este trabalho está apresentado em cinco partes, conforme descrito em seus capítulos abaixo:

1- Fundamentação teórica (capítulos 2 a 4)

Contextualiza as idéias onde apoiaremos o trabalho. Inclui a literatura relacionada à ergonomia na aviação, os aspectos cognitivos na atividade do piloto e a arquitetura e processamento da informação. Relaciona os preceitos que servirão de base para os ensaios das hipóteses que indicamos em nossos objetivos, anteriormente expostos, através de uma re-leitura dos registros de acidentes onde são analisados aspectos cognitivos e prospectadas questões de origem ergonômica. O estado da arte na aviação e as modificações processuais correspondentes são tratados nesta parte do trabalho, apontando para suas implicações na área da aviação de forma geral.

Direciona as técnicas utilizadas no tratamento de dados da pesquisa, estabelecendo a credibilidade necessária para o formato e para o tratamento das hipóteses estabelecidas nos objetivos gerais e específicos. Igualmente fundamenta as análises e conclusões que estão registradas no final deste trabalho.

2- Desenvolvimento e aplicação do método - (capítulos 5 e 6)

Descreve os métodos e técnicas utilizadas para a pesquisa, detalhes e validação da amostra. Indica o escopo do desenvolvimento de um sistema em computador que viabiliza o cruzamento e tratamento do grande número de variáveis extraídas de cada registro de acidente aeronáutico. Esta técnica permite visualizar os indícios das eventuais origens ergonômicas não revelados naqueles relatos.

3- Discussão sobre os estudos (capítulo 7)

Apresenta os aspectos mais importantes da pesquisa no capítulo referente à discussão, tratando os erros humanos na aviação, suas origens e conseqüências, tecendo as críticas sobre a responsabilidade dos pilotos na causalidade dos acidentes, sempre relacionando e referenciando os resultados aos fundamentos que apóiam estas conclusões

4- Recomendações (capítulo 8)

Apresenta recomendações oriundas desta análise indicando as conseqüentes e as contribuições para a Ergonomia e para a aviação que são: Treinamento e comunicação, Sistemas detecção e proteção de fogo e falhas do motor, Critérios de classificação de erros, Seleção dos responsáveis por fabricação e por investigação de acidentes, Prevenção de RI (*Runway Incursion*), Critérios mais apropriados para homologação aeronaves de treinamento básico VFR (Visual Flight Rules)

5- Conclusões (capítulo 9)

Apresenta, por fim, as conclusões, enfatizando a possível continuidade deste trabalho com aplicabilidade nas áreas da aviação e da ergonomia. São registradas críticas sobre a culpabilidade dos pilotos, sobre as tabelas oficiais de enquadramento dos problemas que levaram aeronaves a acidentes, sobre os vôos noturnos ou sem visibilidade, sobre os erros por problemas de informação, sobre a seleção e a avaliação dinâmica e apropriada de aeronaves apoiada em aspectos ergonômicos.

2- CONTEXTUALIZAÇÃO

2- CONTEXTUALIZAÇÃO

Os índices de acidentes em aviação no Brasil podem melhorar se forem adotados preceitos de prevenção e segurança adotados pela Oceania, Japão e Estados Unidos e se forem adotadas as medidas de capacitação e manutenção de equipamentos utilizadas nestes locais. As figuras cinco e seis apresentam a situação de número de aeronaves no Brasil e os melhores índices de acidentes de prevenção de acidentes estabelecidos por acidentes em milhão de decolagens em algumas partes do mundo.

No Brasil, a tecnologia utilizada na aviação é a mesma que nestes países considerados “primeiro mundo” e com ótimos índices de segurança. Temos também a quinta maior indústria aeronáutica do mundo. Pode-se nos aproximar dos melhores índices de segurança.

Verifica-se no gráfico da figura cinco que, enquanto o número total de aeronaves no Brasil cresce, o índice de acidentes se reduz. Este é um bom indicativo mas não é dos melhores. Na figura seis verifica-se os coeficientes da relação aeronaves ativas dividido por milhão de decolagens em diversas partes do mundo.

EVOLUÇÃO DA PREVENÇÃO DE ACIDENTES NO BRASIL

Numero de acidentes x Frota de aeronaves

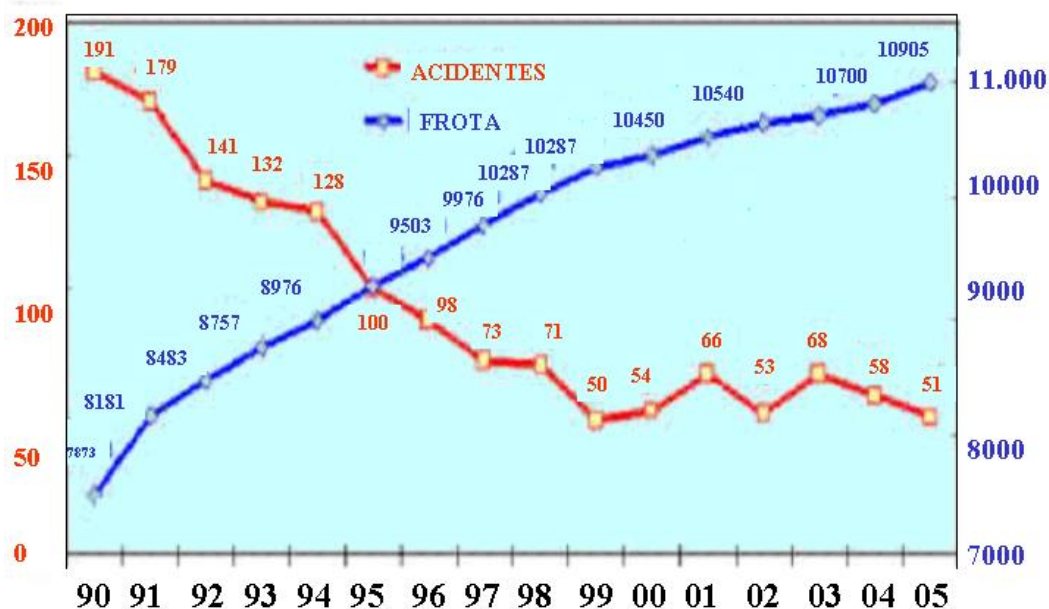


Fig. 5- Relação de aeronaves ativas e número de acidentes de 1990 a 2005 – Fonte CENIPA (Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes)- Brasil (site www.cenipa.gov)

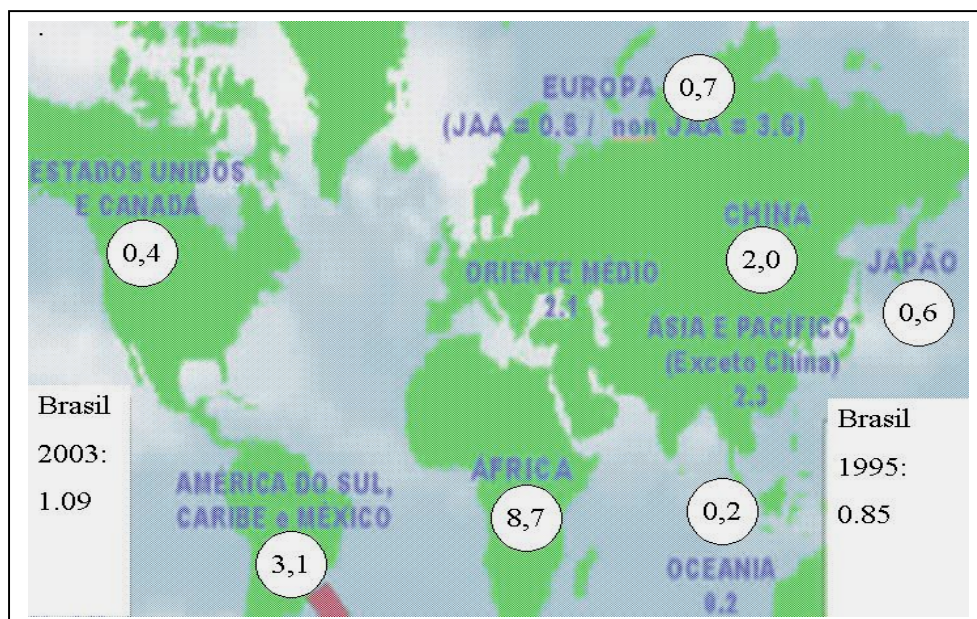


Fig. 6- O comparativo dos acidentes no Brasil com no resto do mundo- fonte CENIPA (Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes)- Brasil (fonte- site www.cenipa.gov)

A Figura 7 apresenta o número de acidentes nos Estados Unidos e Canadá, por milhão de decolagens/ano para jatos de grande porte (acima de 60.000 libras). Também mostra, por estes índices, a eficácia da prevenção de acidentes com este tipo de avião nestes países.

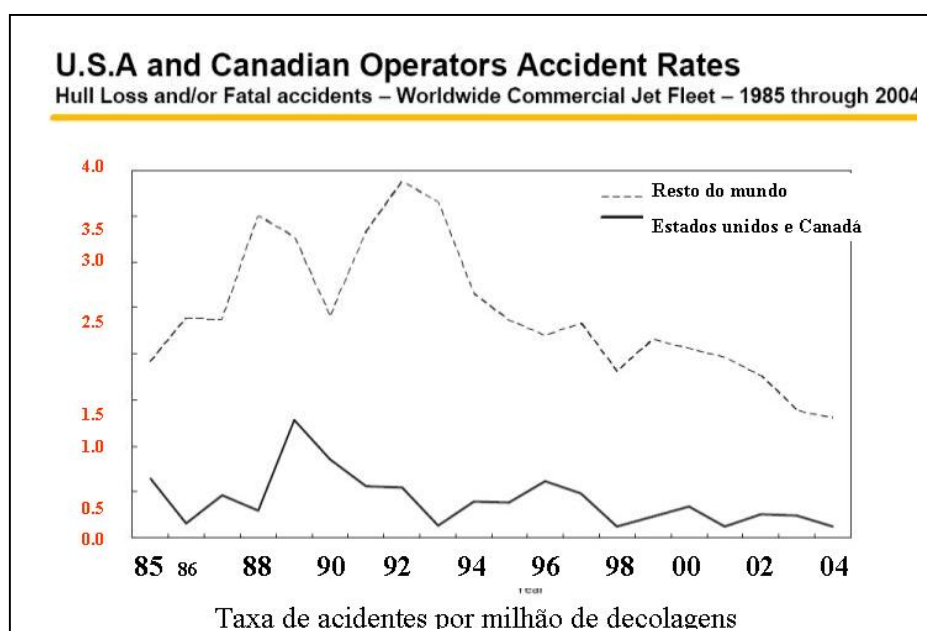


Fig. 7- Acidentes com Jatos de 1984 a 2004 Canadá e Estados Unidos e resto do mundo- (fonte site do NTSB- National Transportation Safety Board- Estados Unidos da América (figura disponibilizada pelo site- www.ntsbn.net))

Mas este número de acidentes com aviões é muito baixo se comparado com outros meios de transporte. Pode-se ver na tabela 1 que o único meio de transporte mais seguro que o avião é o ferroviário. (fonte- NTSB (National Transport Safety Board)-Estados Unidos da América

Tipo de acidente	número	percentual	Comparativo com acidentes aereos
Rodoviários	228.000	38,70 %	475 vezes mais perigoso
Homicídios	120.000	20,37 %	250 vezes mais perigoso
Domésticos	106.000	17,99 %	221 vezes mais perigoso
Trabalho	47.000	7,98 %	98 vezes mais perigoso
Atropelamentos	32.000	5,43 %	67 vezes mais perigoso
Afogamentos	26.000	4,41 %	54 vezes mais perigoso
Incêndios	21.000	3,56 %	44 vezes mais perigoso
Marítimos	4.600	0,78 %	9,6 vezes mais perigoso
Ciclismo	4000	0,67 %	8,5 vezes mais perigoso
Aeronáuticos	480	0,08 %	-
Ferrovíários	150	0,03 %	30 % menos perigoso
Totais	589,230	100,0 %	

Tabela 1- Quadro da FAA sobre o risco de voar (Fonte- [http:// www.faa.net](http://www.faa.net) acessado em 4/4/2005)

Acidentes aeronáuticos são classificados pelo CENIPA (Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes – Brasil) pelos seguintes componentes principais:

1. Operacional, já que este significa, em síntese, a ação de pilotar os aviões,
2. Material por erro ou deficiência de projeto, que também pode determinar erros ergonômicos de escolha ou mesmo mau uso de materiais e componentes,
3. Humano – que também pode estar condicionado a erros cognitivos, informacionais como capacitação deficiente, trazendo alterações psicológicas nos aeronautas ou estresse, erros de julgamento ou de liderança entre outros.

O gráfico 8a apresenta o fator humano combinado com outros fatores causadores de acidentes e o gráfico 8b mostra o fator MATERIAL comparado com o FATOR HUMANO.

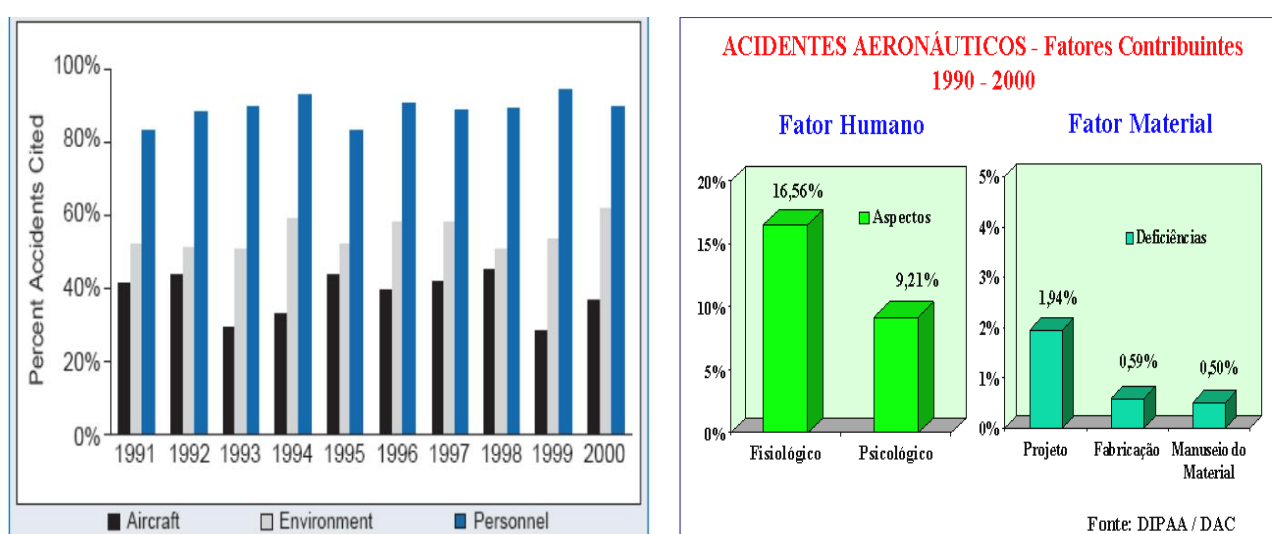


Fig. 8a (fonte- site www.ntsbn.net) e 8b (fonte- site www.cenipa.gov)- Fatores contribuintes para acidentes aeronáuticos segundo o NTSB (National Transport Safety Board e o CENIPA (Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes)- Brasil

Órgãos oficiais no Brasil como o CENIPA, o SERAC II – Serviço Regional de Aviação Civil, (Aeronáutica), e o NTSB – National Transport Safety Board, nos Estados Unidos da América, detém ampla documentação sobre acidentes e incidentes com aeronaves. Estas entidades e mais outras importantes entidades como a TSB (Transport Safety Board) do Canadá e a CAA (Civil Aviation Authority) da Nova Zelândia disponibilizam informações que serão utilizadas como fonte

para esta pesquisa. Serão selecionados registros de acidentes e incidentes com aeronaves elaborados por estas entidades, referentes a determinado período.(década de 40 até hoje)

A figura 8a e a figura 9 (apresentada pelo NTSB, 2005) mostra que o maior componente de participação nos acidentes com aeronaves é o fator humano, onde o peso de sua participação nas estatísticas é muito maior que a soma de todos os outros fatores somados.

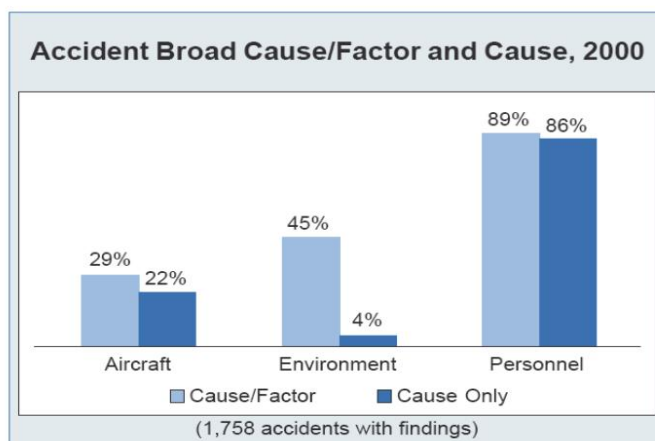


Fig 9- Fatores contribuintes dos acidentes aéreos (disponibilizada no site do NTSB- National Transport Safety Board www.ntsbn.net)

ACIDENTE E INCIDENTE- definições

Adotamos como conceituação de ACIDENTE E INCIDENTE, as preconizadas pelo meio aeronáutico.

A Diretoria de Aeronáutica Civil do Ministério da Aeronáutica (DAC, atual ANAC Agência Nacional de Aeronáutica Civil - <http://www.dac.gov.br/principal/>) define ACIDENTE AERONÁUTICO como toda ocorrência relacionada com a operação de uma aeronave havida entre o período em que qualquer pessoa entra na aeronave com intenção de voar até o momento em que todas as pessoas tenham desembarcado e durante o qual: Uma pessoa sofra lesão grave (hospitalização de 30 dias ou superior) ou morra como resultado de:

- Estar na aeronave;

- Estar em contato direto com qualquer parte da aeronave, incluindo parte que dela tenha se desprendido;
- Exposição direta a sopro de hélice ou escapamento de jato, exceto quando as lesões resultarem de causas naturais, forem por outros autos infligidas, ou forem causadas a clandestinos escondidos fora das áreas normalmente destinadas a passageiros e tripulantes (ligadas ao fator humano).
- A aeronave sofra danos graves ou falha estrutural que afete adversamente a resistência estrutural, desempenho ou característica do voo e exija substituição ou reparos importantes do componente afetado (manutenção pesada e complexa);
- A aeronave seja considerada desaparecida ou se encontre em local inacessível à comissão de investigação (aspectos ligados ao fator material). Em suma, um acidente aeronáutico deve identificar-se primária e essencialmente com:
 - Intenção de voo;
 - Lesões graves a pessoas ou morte /ou;
 - Danos graves à aeronave;
 - Aeronave desaparecida.

Se nenhuma dessas condições aparece no contexto da ocorrência, o meio da aviação (DAC- ANAC e a Força aérea Brasileira- FAB) enquadram o fato como um INCIDENTE AERONÁUTICO:

- · lesões leves em pessoas,
- · danos leves à aeronave (Fator Material e Operacional).

INCIDENTE GRAVE -A Definição contida na NSMA 3-1 do Ministério da Aeronáutica (que define a conceituação de vocábulos, expressões e siglas) registra que a investigação dos acidentes e incidentes aeronáuticos, no compasso do acelerado desenvolvimento que caracteriza esta atividade, tem evoluído ao longo do tempo, aprimorando sua metodologia de forma a agilizar o

gerenciamento das informações e a implementação das recomendações emitidas a partir dos resultados alcançados.

Essa filosofia vem norteadando a adoção de novas abordagens, como o conceito de Incidente Grave, já adotada pelo Brasil, como país signatário da Convenção de Chicago, documento que rege a aviação civil internacional. A investigação dos incidentes assim caracterizados segue os mesmos passos que a investigação dos acidentes, com o mesmo empenho em evitar sua recorrência. A aviação define o incidente grave relacionando-o para as consequências potenciais que poderiam ter ocorrido se tivesse acontecido um acidente. A diferença entre o incidente grave e o acidente está apenas nas consequências. Dentre outras, as seguintes ocorrências caracterizam o incidente grave:

- a- Fogo ou fumaça no compartimento de passageiros, de carga ou fogo no motor, ainda que tenha sido extinto com a utilização de extintores de incêndio;
- b- Situações que exijam o uso emergencial de oxigênio por tripulante;
- c- Falha estrutural da aeronave ou desintegração de motor em voo, que não configurem um acidente;
- d- Quase colisão em voo, onde foi preciso realizar uma manobra evasiva;
- e- CFIT marginalmente evitado;
- f- Decolagem interrompida em pista fechada ou ocupada por outra aeronave;
- g- Decolagem de pista ocupada por outra aeronave, sem separação segura;
- h- Pouso ou tentativa de pouso em pista fechada ou ocupada por outra aeronave;
- i- Falha múltipla de um ou mais sistemas que afetem seriamente a operação da aeronave;
- j- Baixo nível de combustível, exigindo a declaração de emergência;
- k- Utilização da aeronave fora do seu envelope de voo devido a condições meteorológicas adversas ou à falha de sistemas que tenham causado dificuldade de controle da mesma;
- l- Falha de mais de um sistema de navegação, ainda que duplicado;
- m- Diferenças significativas na performance prevista da aeronave durante a decolagem ou segmento inicial de subida;
- n- Incapacitação de tripulante em voo; e
- o- Incidentes durante a decolagem ou pouso, tais como: ultrapassagem da cabeceira oposta, pouso antes da pista ou saída da pista pelas laterais

Descrevê-se a seguir exemplos de incidentes e acidentes nas páginas 75 a 78 com respectivas ilustrações ocorridos em função de tecnologia mal aplicada (Tecnologia), de falha na capacitação de tripulação (Treinamento, Organização), de apoio errado de pessoal de terra e de manutenção mal realizada (Ser humano).

Fatores contribuintes para acidentes com aeronaves

A construção de acidentes aeronáuticos se direciona para todos os elementos contribuem para a ocorrência do não planejado no voo com reflexos indesejados e prejudiciais a pessoas e destruição de bens.

Fatores contribuintes como omissão, erros ou falhas no universo do Fator Humano, Material e Operacional que resultam em incidentes ou acidentes aeronáuticos é entendido por Jenkins (2004) como:

- Fator Humano (os aspectos cognitivos (fisiológicos e psicológicos).
- Fator Material (a aeronave e o complexo de engenharia aeronáutica)
- Fator Operacional (o homem no exercício de atividade aérea)

Este último, em associação com o Fator Humano, responde, nos registros das investigações, pela maioria dos acidentes. Acidentes não ocorrem apenas em voo. Problemas ocorrem devido a:

- Tripulações de bordo (pilotos, engenheiros e comissários),
- Controle de tráfego aéreo (pessoal de torres de controle- ATC),
- Grupo técnico de manutenção,
- Apoio de terra (*catering*, carregamento e descarregamento de carga e suporte a movimentadores de aeronaves em terra (tracionamento por tratores),
- Orientadores com sinalizadores manuais,
- Engenheiros e desenvolvedores de sistemas computadorizados de bordo.

O maior acidente com aeronaves do mundo ocorreu ainda em terra na decolagem de um Boeing 747 que colidiu com outro Boeing 747 da KLM em Tenerife em 17 de março de 1977. Pode-

se visualizar imagens de um outro acidente com avião ainda em terra nas figuras 10a e 10b. Este tipo de acidente ocorre normalmente por culpa ou por contribuição do grupo de apoio em terra.



Figs. 10a e 10b- Acidente com a aeronave BA-146s durante o *táxi*. (deslocamento em terra) (fotos cedidas e autorizadas pelo piloto Alexandre Rizzo, 2005) .

Alexanderson (2003) cita que, na aviação, a maior parte dos acidentes vem sendo construída por engenheiros, pela administração de Empresas de Aviação e por outros componentes. Entretanto, prossegue este autor, que apesar do crescente senso de atribuição das causas como fator humano algumas causas permanecem ainda pobres de entendimento.

Segundo citação de Reason (1990) apud O'Hare et al (1994), uma das maiores demandas na área de psicologia aplicada é prover a investigação dos acidentes de uma melhor classificação nas correlatas falhas humanas.

David O'Hare, Mark Wiggins, Richard Batt e Dianne Morrison publicaram um estudo em 1994 no periódico *Ergonomics* (vol 17 pags. 1855-1869) sobre falhas cognitivas em cockpits nos acidentes aéreos. Estes autores tomaram como amostra, os registros oficiais de acidentes de 1972 a 1981 com aeronaves civis na Nova Zelândia. Neste estudo foi aplicado um questionário com 315 itens em pilotos da Força Aérea Alemã com uma amostra de 1448 "quase-acidentes" (ocorrências que poderiam levar a acidentes). Quatro grupos de erros humanos foram identificados:

- Erro de vigilância,
- Erro de percepção,
- Erro no processamento da informação,
- Erro de comando ou senso-motor.

Acidentes simplesmente não acontecem. Eles têm causas complexas que podem ocupar dias, semanas ou até mesmo anos para se desenvolverem (REASON,1990). Entretanto, para que

a desatenção e/ou a negligência resulte em um acidente, houve uma série de interações entre o usuário e o sistema que criaram condições para que isso ocorresse (RASMUSEN, 1986).

Da mesma forma que, alguns países como os Estados Unidos da América e há algum tempo o Brasil produzem e estimulam a produção de relatórios anônimos sobre ocorrências que poderiam levar a acidentes (chamadas de “quase-incidentes”), os pilotos também deveriam ser mais orientados e estimulados a fornecer indícios para avaliações ergonômicas sobre os acidentes, incidentes e “quase-acidentes”. Entende-se a dificuldade de implantar este procedimento, pois os pilotos, em geral, não tem o menor conhecimento de conceitos de ergonomia. Recentemente o Departamento de Aeronáutica Civil no Brasil implantou um formulário desta natureza, para informe destes eventos que poderiam conduzir a acidentes (Serviço de Aeronáutica Civil- SERAC II, Recife).

Estes autores enfatizaram que registros de acidentes com aeronaves podem ser uma importante fonte de estudo sobre falhas cognitivas nas prospecções, descobertas e análise de erros, ressaltando uma maior predominância do fator decisional nos acidentes fatais. Segundo estes autores, a fonte de estudos de erros na aviação tem três origens distintas:

Relatórios “anônimos”.

Como a maior parte dos relatórios sobre acidentes é elaborada por pilotos, o tipo de escrita dificulta a observação mais profunda e determinação de um maior espectro das razões e origens das falhas humanas nestes acidentes.

Estudos pioneiros.

Como os estudos de Fitts e Jones logo após a guerra sobre acidentes com aviões, onde foram identificados erros humanos devido a razões de usabilidade tem sido referência para estudos ergonômicos na aviação (MORAES, 2002)

Estudos diretos.

Informativos úteis sobre os registros de acidentes são freqüentemente produzidos por agências oficiais de controle e prevenção de acidentes no mundo inteiro. Estes relatórios são uma valiosa fonte de estudo, por exemplo, modificações de projeto como sensores de proximidade com o solo, e principalmente alterações no treinamento e práticas operacionais. Como estes registros apenas aparecem após acidentes às vezes fatais, os estudos, procedimentos, capacitações, doutrinas e previsões sobre eventos que conduzem a acidentes são tão imperativos no meio aeronáutico (O'HARE et al, 1994).

Uma significativa medida preventiva seria o desenvolvimento de um estudo teórico das exigências e dos efeitos de um esforço cognitivo na tarefa do piloto, onde limitações de habilidades no posto de trabalho no cockpit poderiam ocorrer. Esta tendência deveria ser cada vez mais observada nos projetos dos novos cockpits chamados de Glass Cockpits (instrumentos digitais e displays).

A segurança aérea tem sido um forte condicionante para fortalecer e consolidar a aviação como o meio de transporte mais atraente da humanidade. O início da formação dos pilotos civis para conduzir este meio de transporte passa pela formação básica nos Aeroclubes no Brasil.

Os elementos de motivação de uma escolha apropriada de uma aeronave para este propósito são falhos, considerando os complicadores financeiros e políticos e a situação adicional da inexistência de uma ferramenta apropriada para uma seleção eficiente e eminentemente técnica para avaliação de aeronaves de treinamento.

Muitos estudiosos e envolvidos em prevenção de acidentes e segurança de voo como Paterson (2000) e Jenkins (2004) enfatizam os preceitos ergonômicos que devem permear a aviação e os sistemas de capacitação como o CRM (Corporate Resource Management, Crew Resource Management e Cockpit Resource Management).

Estes sistemas visam a capacitação de todo o pessoal envolvido na colocação e segurança de aeronaves nas suas operações em terra (aeroportos) e voo. Mas não visam a análise, avaliação e diagnóstico de erros causados por problemas ergonômicos em aeronaves nem avaliam este tipo de análise de problemas no passado.

O sistema de administração de Torres de Controle para controle de tráfego aéreo da Inglaterra realizou um estudo dos *quase* incidentes e acidentes do passado, avaliou-os e tomou medidas para evitar estes erros do passado e criou uma sistemática de capacitação chamada TRACEr (SHORROCK, 1997).

Este olhar para o passado buscando problemas provoca a recomendação de medidas para que as mesmas não aconteçam no futuro, Este é um dos pilares de nosso produto-pesquisa, re-analisando, desta vez com viés ergonômico, os registros detalhados de acidentes e incidentes aéreos de órgãos oficiais procurando nestes erros aqueles causados por falhas ergonômicas.

Aspectos jurídicos nos acidentes aeronáuticos

Segundo Calazans (2005), sob o ponto de vista jurídico, nos primórdios da aviação, acidentes aeronáuticos eram considerados resultado único de falhas do avião ou do piloto. Com o passar do tempo, este conceito foi modificado graças a um melhor entendimento dos problemas inerentes à aviação. Esta culpa do piloto pode se originar na própria exigência técnica, física e

emocional que se configura para este condutor da aeronave que, de modo definitivo, é quem recebe o artefato como perfeito, que atua para controlar e que tem a responsabilidade de manter este artefato no ar com segurança.

Hoje se sabe que um acidente é resultado de várias causas, chamadas fatores contribuintes, que juntas desencadeiam uma série de eventos que acabam por ocasioná-lo. Assim, quando perguntamos por que um avião caiu, raramente encontramos um único motivo, o que faz com que a resposta seja complexa. Pode-se, porém, distinguir quatro fatores contribuintes que mais freqüentemente aparecem relacionados a acidentes aeronáuticos:

1) O AVIÃO

Enquanto um dos maiores problemas encontrados pelos pilotos pioneiros era a falta de confiabilidade dos motores, atualmente eles raramente falham graças ao elevado nível de tecnologia empregada em sua construção. Por outro lado, quando um dos motores de um avião falha, cria-se um desbalanceamento de forças que, além de reduzir sua performance, gera sérios problemas de controlabilidade que exigem o máximo da habilidade do piloto.

A figura 11 mostra uma aeronave militar de última geração. O tipo de controle deste tipo de artefato se torna possível com o apoio de computadores por ter a aerodinâmica de vôo impossível de ser feita de forma manual.



Fig. 11- O controle de muitos aviões modernos só é possível com o apoio de computadores (disponibilizada no site do America Aviation www.americaviation.net)

Da mesma forma, os vários instrumentos existentes na cabine de pilotagem de um avião moderno permitem que ele seja operado com segurança nas mais variadas condições de tempo. Todavia, como todo sistema complexo, também criam a possibilidade do piloto, por um motivo qualquer, operá-los erradamente.

Esse fato implica em que a tecnologia aeronáutica, apesar de sob certos aspectos ter facilitado a operação de um avião, acabou por criar outros problemas que precisam ser solucionados para que um voo torne-se mais seguro. Problemas como:

- Sobrecarga cognitiva devido à intensa atividade de monitoração das informações dos vídeos geradas pelos computadores de bordo nos novos *cockpits*, em todas as fases de voo,
- Tarefas que agora são compartilhadas com os sistemas automáticos para determinadas fases do voo tipo pouso e decolagem como controle dos dispositivos que são usados apenas nestas fases do voo como controle do trem de pouso e de hiper-sustentadores (*flaps*- superfícies que aumentam a sustentação da aeronave),
- Distração e falta de concentração devido ao automatismo,
- Frustração profissional do humano enquanto piloto devido à redução da necessidade de controlar totalmente a aeronave e
- Outros.

2- A INFRA-ESTRUTURA

Por ser bastante complexa, a infra-estrutura aeronáutica é uma geradora em potencial de vários fatores contribuintes. Destes, talvez os mais importantes relacionem-se às pistas de pouso e auxílios à navegação. Pousar um avião que pesa 50.000 kg (é o caso do Airbus a-320) a uma velocidade de 240 Km/h é uma tarefa, no mínimo, exigente. A figura 12 mostra este novo avião, sendo o estado da arte na aviação totalmente apoiado e automação e integrado por fibras óticas.



Fig. 12- Um avião como o Airbus A-320 requer apoio externo para cumprir roteiros principalmente em mau tempo (foto disponibilizada no site do America Aviation www.americaviation.net)

Se o pouso vai ocorrer à noite sob condições meteorológicas adversas, este nível de exigência triplica. Logicamente, quanto mais se exige de uma pessoa para executar determinada tarefa, maior são suas chances de falhar, a não ser que lhe sejam dadas condições adequadas para executar tal trabalho. Neste caso especificamente, o que o piloto precisa é de pistas longas o suficiente, que criem margens de tolerância adequadas tornando mais fácil nelas se operar.

Já com relação aos chamados auxílios à navegação, é necessário que eles gerem as mais precisas informações possíveis. É, então, fácil entender porque os auxílios à navegação que mais exigem da habilidade de um piloto e que mais aparecem relacionados a acidentes ocorridos em aproximações sob condições meteorológicas adversas, são os chamados de "não-precisão". Infelizmente, operar em pistas curtas e efetuar aproximações sob mau tempo usando auxílios de "não-precisão" são muito mais a regra do que a exceção. Juntando estes dois ingredientes às limitações humanas inerentes ao piloto, teremos um acidente em potencial para ocorrer.

2) O TEMPO

Este é o único fator contribuinte sobre o qual o homem não exerce nenhum controle. Lidar com ele, porém, é uma tarefa exigente, uma vez que se encontra em constante mutação e é, às vezes, até violento. Por outro lado, o homem pode prever com certa exatidão quando determinado fenômeno vai ocorrer.

Em termos de aviação e, principalmente, quando considera-se o grau de exatidão que determinada informação precisa ter para tornar-se útil ao piloto, estas previsões deixam muito a desejar.

Saber que num período de tantas horas poderá chover em determinado lugar, pouco adianta ao piloto. Ele precisa é saber, por exemplo, que condições de tempo vai encontrar quando estiver efetuando uma aproximação para pouso. Esta falta de precisão faz com que muitas vezes o piloto encontre condições adversas com a qual não contava e, conseqüentemente, para qual não estava preparado.

Dependendo das circunstâncias, um acidente torna-se irreversível. As figuras 13a e 13b apresentam situações de acidentes em potencial em que quase todas as aeronaves passam eventualmente em suas atividades em voo.

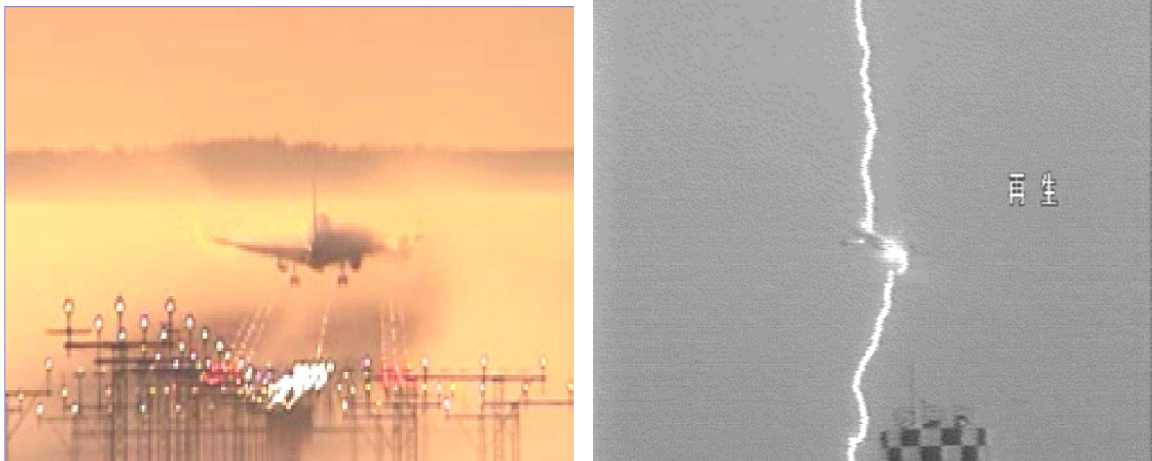


Fig. 13a- Pouso sem visibilidade e Fig 13b– Raio passando por avião em vôo- Fatores potenciais condicionantes de acidentes (figuras disponibilizadas no site do America Aviation www.americaviation.net)

4) O SER HUMANO

O homem tem três fontes principais de informações pelas quais é capaz de manter seu equilíbrio em relação à superfície da Terra, a saber: aparelho vestibular (ouvido interno), o sistema visual e o sistema proprioceptivo (pele e articulações). Em terra, estes sistemas funcionam devidamente. Já em vôo, o corpo pode ser afetado por uma variedade de acelerações fazendo com que somente os olhos sejam confiáveis para fornecer uma verdadeira imagem da atitude do corpo no espaço, desde que recebam informações corretas através do mundo externo ou de instrumentos de vôo.

A figura 14 mostra o piloto, que muitas vezes, é submetido a vestimentas que reduzem movimentos dos membros, da visão, da audição e dificultam a respiração normal e ainda assim responsável pela operação de uma máquina complexa.



Fig. 14- O piloto de caça precisa de vestimentas especiais (foto em arte trabalhada e cedida pelo Cmte Milton Mallet em 2005)

A visão humana também está sujeita às mais variadas ilusões de ótica. Uma luz fixa olhada detidamente durante vários segundos no escuro, produzirá a impressão de estar se movendo. Da mesma forma, durante uma aproximação para pouso à noite em determinadas circunstâncias, a pista parece se mover para o piloto. Se está chovendo, a luz, ao passar pela água, sofre distorções que geram uma imagem errada para o piloto de seu posicionamento com relação à pista. Um pouso ruim torna-se uma possibilidade. O fator humano é, então, um fator contribuinte de extrema importância na ocorrência de um acidente.

Simplesmente culpar o piloto, porém, em nada contribui para a segurança do vôo. É preciso, sim, encontrar meios que ajudem-no a lidar com suas limitações. Ainda prossegue

Calazans (2005), na análise de um acidente para uma interpretação adequada, deve-se considerar as seguintes matérias principais, que estão intimamente relacionadas:

- Direito;
- Regras de Tráfego Aéreo.

A culpabilidade de acidentes com aeronaves sob a ótica jurídica

É tecnicamente impossível analisar um acidente deixando de conjugar juntas estas duas matérias. Conseqüentemente, muitas pessoas emitem suas opiniões, muitas vezes totalmente descaracterizadas de qualquer fundamento técnico profissional. Às vezes são juristas expressando suas opiniões, mas pelo simples fato de desconhecerem regras básicas de tráfego aéreo chegam a conclusões totalmente equivocadas.

Por outro lado também profissionais do tráfego aéreo, pilotos ou controladores de tráfego aéreo que, por não possuírem um conhecimento básico de direito emitem suas opiniões também carentes de fundamentação jurídica, concorrendo para uma total miscelânea a respeito do assunto. Os passos a serem seguidos em cada argumentação indicam revelam-se como sendo uma peça imprescindível de um enorme quebra cabeça que é montado ao longo da explanação, fornecendo uma visão clara e estritamente profissional a respeito da ocorrência a ser tratada, fazendo com que se chegue a uma conclusão inequívoca sobre um evento. A apuração da responsabilidade não é de fácil solução, mas existe um consenso ao analisarmos argumentos e fundamentação técnica profissional, jamais se baseando em falácias ou qualquer tipo de sensacionalismo para comover e convencer a opinião pública.

E prossegue Calazans (2005), um outro ponto também importante a ser considerado está ligado ao fato que, no Brasil, não temos um histórico, uma tradição na análise de acidente levando em consideração os aspectos jurídicos relacionando-os com as regras de tráfego aéreo.

Em face disto verificando o Direito Comparado, ou seja, comparando casos semelhantes que ocorreram em países estrangeiros, sobretudo nos Estados Unidos da América, vê-se como o assunto é tratado em termos jurídicos sem que seja alienado das regras de tráfego aéreo. Cita ainda Calazans: “Temos experiência em Prevenção de Acidentes, em Investigação de Acidentes, mas não temos experiência em análise de acidentes frente à responsabilidade jurídica, pois requer profundo conhecimento de ciência jurídica e ciência aeronáutica, sobretudo as regras de tráfego aéreo”.

E encerra este autor indicando os aspectos jurídicos importantes a considerar, classificando, juridicamente, o termo **Conduta** como:

- DOLO: Intenção de provocar o resultado. No caso a intenção de provocar o acidente.
- CULPA: Quando não se quer o resultado, mas age de tal maneira que contribui para o resultado. Podendo a culpa ser caracterizada de três formas:
 - - NEGLIGÊNCIA: Caracteriza-se por uma conduta negativa, uma omissão, deixar de fazer, deixar de cumprir.
 - IMPRUDÊNCIA: Trata-se de uma conduta positiva. Ocorre, por exemplo, quando o agente toma uma atitude com falta de cuidado, com afoiteza, sem as cautelas necessárias.
 - IMPERÍCIA: é a demonstração de inaptidão técnica em profissão ou atividade. Ocorre, por exemplo, quando o agente demonstra desconhecimento de regras que deveria saber.

3- ERGONOMIA NA AVIAÇÃO

3- ERGONOMIA NA AVIAÇÃO

Este capítulo apresenta a literatura relacionada diretamente ao tema deste trabalho, de forma a situar as idéias e a fundamentar teoricamente os assuntos que servem de base para nosso estudo.

3.1 - Epistemologia e o cenário atual da Ergonomia na Aviação

Entendemos, a partir da definição da Associação Internacional de Ergonomia, que Ergonomia é a disciplina científica que trata da compreensão das interações entre os seres humanos e outros elementos de um sistema, e a aplicação de teorias, princípios, dados e métodos, a projetos que visam otimizar o bem estar humano e a performance global dos sistemas.

Nos anos 30, na Austrália, a indústria de aviação foi atenção de muitas pesquisas relacionadas com Ergonomia e do início da história desta ciência, concentrando estudos sobre conforto de aviadores, sua segurança e performance das aeronaves (GALLEY, 2002).

Segundo Meister (1999), a história formal da ergonomia pode ser representada por vários caminhos. Um deles se configura como uma seqüência de eventos cronológicos considerando participação e experiências. E afirma que, por exemplo, pode ser dividida temporalmente nos fatos que antecederam e aconteceram durante a Primeira Guerra Mundial, durante e após a Segunda Grande Guerra.

Este autor registra que estes eventos tiveram grande influência no desenvolvimento da Ergonomia. Mas também, prossegue Meister, este desenvolvimento pode ser focado através dos eventos históricos desta ciência, tratados em vários países, principalmente Inglaterra, Estados Unidos e União Soviética.

A Guerra promoveu grande desenvolvimento de sonares, radares e aeronaves de alta performance. Esta lista poderia ter ido mais longe, mas devido ao aspecto deste conflito ter sido o de Guerra Total, envolvendo grandes massas de indivíduos, não foi possível adotar os princípios Tayloristas de selecionar pessoas especiais para trabalhos especiais.

As características físicas dos equipamentos agora deveriam ser direcionadas a extrair vantagens das capacidades humanas e evitar os efeitos negativos das suas limitações.

Meister (1999) também registra que pode-se ter indícios de estudos ergonômicos na Guerra Civil Americana no desenho de uniformes e armas e no desenvolvimento do submersível Hunley, onde alguns aspectos do projeto podem ser considerados como princípios primitivos da ergonomia.

O avião é uma máquina complexa (ALEXANDERSON 2003). As técnicas de utilizá-la tem se modificado muito, acompanhando os avanços da tecnologia digital e também devido às

necessidades de conviver no seu meio de deslocamento com um número cada vez maior destes artefatos. A concorrência nas dinâmicas representadas por seus movimentos no ar, nas operações de saídas e chegadas em aeródromos estabelece uma grande demanda de complexas ações de segurança, controle e de imposição de regulamentos.

Vê-se nas figuras 15a o aeroporto do Galeão (atual aeroporto Tom Jobin) em 1980 e na figura 15b este aeroporto após 20 anos mostrando a variação da quantidade de aeronaves estacionadas e o conseqüente movimento. Além disto, aumentou neste período, o tamanho destas aeronaves que passaram a transportar muito mais passageiros e carga, modificando também o tipo de trabalho do pessoal de apoio de terra, de suporte de alimentação de bordo, e de abastecimento de combustível. Os tratores de auxílio de movimento em terra também foram aumentados para suportar novos esforços de tração destas novas e grandes aeronaves.



Fig. 15a e 15b - A densidade crescente de aeronaves em aeródromos nos últimos 20 anos (fotos do autor)

O posto de trabalho do piloto

É conhecido por todos que lidam com avião que o posto de trabalho do piloto impõe grandes exigências ao condutor deste equipamento.

A grande maioria dos estudos científicos sobre a estação de trabalho do aviador como os trabalhos de Alexanderson (2003), Dekker (2002), O'Hare (1994) e Patterson (2000) mencionam os aspectos de natureza da ergonomia cognitiva, física e da biomecânica com implicações e exigências fisiológicas sobre a conduta do piloto.

Mas o avanço da tecnologia, ainda assim, exige dos pilotos, ações cada vez mais complexas. As figuras 16a e 16b apresentam os novos cockpits de um novo avião militar de caça, mostrando o

avanzado vídeo transparente onde o piloto não precisa desviar o olhar frontal do meio externo para receber simultaneamente informações de controle de voo (na cor verde).



Figs.16a e 16 b – Painel complexo das aeronaves de combate modernas apresentando um alto nível de automação e difícil controlabilidade apoiada em computador (figura e foto disponibilizados no site do America Aviation www.americaviation.net)

Os aspectos cognitivos e de usabilidade de produtos e processos devem ter em meta o conforto, bem-estar e segurança dos usuários, de consumidores de operadores de trabalhadores e de manutenidores. Mas tudo leva a crer que existem muitas dificuldades encontradas para projeção de espaços aplicados na aviação:

- Na concepção de estações de trabalho,
- Nas características físico-cognitivas dos trabalhadores na realização de suas tarefas,
- Na usabilidade de suas máquinas e
- Na interação do trabalhador com seu ambiente de trabalho.

Enfatiza-se a dificuldade na implantação e definição de contextos complexos como aeronave tendo em vista sua usabilidade e segurança. A melhoria da concepção de postos de trabalho de pilotos deve ser ressaltada, onde a teoria indica que a Ergonomia pode contribuir efetivamente nesses processos. Verifica-se na figura 17 o cockpit de uma aeronave comum de transporte de passageiros, com sua grande quantidade de instrumentos de comando e informação.



Fig. 17- A complexa estação de trabalho do aviador (foto disponibilizada no site do America Aviation www.americaviation.net)

Na prática, compreende a aplicação de tecnologia da interface humano-sistema para aumentar a segurança, conforto e eficiência de sistemas e qualidade de vida. Mesmo adotando estes conceitos na tecnologia da construção, nas tarefas da tripulação e na usabilidade da aeronaves, com o tempo se modificaram muito mas os limites das capacidades dos homens que as conduzem e as controlam permaneceu constante.

3.2- Aspectos cognitivos e erros humanos na atividade do piloto

Este capítulo trata da correlação entre o desempenho do piloto, a forma como ele aprendeu a utilizar a interface em seu posto de trabalho, os eficácia dos conhecimentos adquiridos e as falhas que contribuíram para os acidentes na aviação.

3.2.1- Acidentes, erros humanos, segurança e prevenção

(i) Modelagem e origens de acidentes- comportamento, compreensão, reação e situações de risco

Vários estudos foram realizados imediatamente após a Segunda Guerra sobre interação piloto-aeronave, dentre eles destaca-se um estudo conduzido por Fitts e Jones Apud Chapanis (1972). Estes estudos apresentavam situações onde acidentes se tornavam potencialmente iminentes dentro do uso incorreto dos manetes ou do uso indevido de outros dispositivos de e controles por parte do piloto. Estas falhas não significaram necessariamente imperícia (SANTOS, 2001) mas sim pela inadequação do sistema humano-máquina à tecnologia utilizada. Pode-se encontrar as culpas destas falhas na má integração do sistema humano-tecnologia.

Em uma pesquisa de uma tarefa com 500 pilotos realizada por Fitts e Jones, foi solicitada a descrição dos pormenores de um erro na operação do cockpit, que tenha sido cometido pelo piloto ou sob seu comando no momento do acontecido. Ainda cita Santos que o cruzamento destas respostas com o exame das aeronaves envolvidas, permitiu que Fitts e Jones recomendassem alterações nos desenhos objetivando reduzir estes erros relatados (CHAPANIS, 1972).

A maior parte destes erros se referia à posição, dimensão e cores dos manetes de controle de potência dos motores, mistura (ar-gasolina) do combustível e passo (ângulo das pás) dos hélices. A variação de cores e a variação das posições destes manetes de controle apresentada em alguns dos principais aeronaves da época conduziam os pilotos a verdadeiras armadilhas, expondo-os a acidentes potenciais devido a esta despadronização.

Estes comandos são utilizados, muitas vezes em momentos críticos como pouso, decolagens e fogo nos motores, fazendo os pilotos muitas vezes, intuitivamente, acionarem os comandos similares, pelo hábito do uso em outra aeronave, que podiam resultar em erros e subseqüentes acidentes.

A tabela 2 apresenta um dos fundamentos principais de acidentes e incidentes durante e após a guerra com alguma das principais aeronaves da época (utilizadas em muitos países inclusive o Brasil que possuiu todos estes quatro aviões).

O ultimo avião desta tabela (DC-3) foi, na época, o principal, mais famoso e mais numeroso veículo de transporte de carga e passageiros da Aviação Militar e Civil. É senso comum entre os pilotos que tiveram o privilégio de voar esta aeronave que este avião tem uma ótima usabilidade. Verifica-se na tabela 2, as posições dos principais manetes de comando do motor (potencia, mistura e passo do hélice) uso na segunda grande guerra que mostra o uso diferente e posições diferentes para a mesma finalidade. Está apresentada uma codificação de cores para uma melhor visualização deste problema. Preto para passo do hélice, azul para potência e vermelho para mistura ar-combustível

POSIÇÃO DOS MANETES NOS AVIÕES (CHAPANIS 1972)

AVIÃO	ESQUERDA	CENTRO	DIREITO
B-26	Potência 	Hélice 	Mistura 
C-82	Mistura 	Potência 	Hélice 
B-25	Potência 	Hélice 	Mistura 
DC-3	Hélice 	Potência 	Mistura 

Tabela 2- Posições e cores dos principais manetes para aviões em uso na segunda guerra mundial

As figuras 18a e 18b, 19a e 19b e 20a e 20b e 21a e 31b mostram estas principais aeronaves incluídas na tabela 2, apresentando as posições e cores dos manetes de controle do motor e passo dos hélices pelas setas nas cores: preto- passo do hélice, azul- potência, vermelho- mistura.



Figs 18a e 18 b- DOUGLAS B-26 marauder (foto disponibilizada pelo site www.zenoswarbirdvideos.com/More_B-26_Stuff.html 15/05/2005)



Fig 19a e 19b- FAIRCHILD –C-82 FLYING VAGON (foto disponibilizada pelo site www.alaska.faa.gov/FAI/afss/AcftPhoto-List.htm -1505/2005))



Figs 20a e 20b- NORTH AMERICAN B-25 (foto disponibilizada pelo site marylandaviationmuseum.org/history/martinaircraft/22.html – 15/05/2005



Figs 21a e 21b- DOUGLAS DC-3 DAKOTA (foto disponibilizada pelo site www.douglasdc3.com 15/05/ 2005)

Eram freqüentes os erros dos pilotos neste contexto e que não se caracterizava como imperícia. Mesmo pilotos experientes incorriam em erros devido à falta de padronização de lay-out. Existiu um caso mais grave de disposições diferentes de comandos e instrumentos em um mesmo avião, no Douglas DC-4 Skymaster (figura 22), utilizado para abastecimento de Berlim logo após a Guerra, os pilotos se queixavam de uma grande despadronização na localização dos comandos.



Fig.22- Douglas DC-4 com a pintura da USAF em 1946 (foto disponibilizada pelo site [www.zenoswarbirdvideos.com/More_B-26 Stuff.html](http://www.zenoswarbirdvideos.com/More_B-26_Stuff.html) 15/05/2005)

Santos (2001) registra que a razão desta situação era a falta de um órgão regulador ou de uma associação de empresas ou de um centro de estudos aeronáuticos. No auge do desenvolvimento da aviação nos anos 20 e 30 na Europa e Estados Unidos, cada projetista tinha suas soluções próprias de acordo com suas convicções, seus conhecimentos e suas experiências.

Desprezar a preocupação com a interface Humano-Máquina hoje em dia é impensável. Mas naquele tempo, reforça Santos, a preocupação se refletia no aumento da autonomia dos aviões, na carga útil transportada, na velocidade e no desenvolvimento de componentes mecânicos de alta performance, na durabilidade e na melhoria aerodinâmica da aeronave.

A experiência em vôo das tripulações determinava a tônica para capacitação e desenvolvimento de habilidades em enfrentamento de condições adversas como tempestades, vento cruzado, neve, etc. Como a relação número de acidentes por número de aeronaves aumentou substancialmente, envolvendo, agora, muito mais pessoas envolvidas com transporte aéreo, eram então, necessárias profundas investigações para determinar as causas dos acidentes em número cada vez maior e para evitar que acontecessem novamente por estes mesmos motivos. E prossegue Santos, que se apontava para o erro humano quando não se identificava outra causa, estando aí incluídas:

- Imperícia do piloto,
- Decisão errada pela confusão oriunda da falta de prioridade dada aos inúmeros,
- Parâmetros mostrados ao mesmo tempo numa situação de emergência,
- Acionamento desapercibido de um dispositivo,

- Leitura incorreta de algum parâmetro mostrado nos instrumentos (ou por localização inapropriada ou troca inadvertida de lay-out).

Segundo Reason (1999) são considerados como erros todas as situações nas quais uma seqüência planejada de atividades mentais ou físicas não consegue atingir suas saídas pretendidas. Invariavelmente, a avaliação do erro tem sido dimensionada na conduta do piloto e, em menor grau, no sistema de trabalho através do qual a conduta de errar é realizada.

A redução do tamanho dos instrumentos e sua disposição funcional possibilitou sua instalação em posição mais alta e mais visível, como simples consequência do seu tamanho. Estes mesmos pilotos, mais altos, foram premiados com uma redução no quadro estatístico de acidentes, passando novamente a “errar menos” (Revista SIPAER, setembro, 1989).



Fig.23- Ampla visão externa nos modernos *cockpits* (foto cedida pelo piloto Alexandre Rizzo,2005)

Observe como a figura.23 acima apresenta bem esta amplitude de visão do piloto no posto de trabalho (cockpit do Boeing 767) quando foram reduzidos e modificados dos instrumentos de controle e de comunicação.

O avanço da tecnologia digital com a miniaturização, promove, quase compulsoriamente, as modificações no tamanho dos instrumentos, principalmente nos AVIONICS- conjunto de instrumentos de comunicação e navegação, promovendo oportunidades de “automatizar” os comandos e a controlabilidade das aeronaves. Poucos estudos interligaram diretamente estes fatos e elementos, em análise temporal. O foco é muito sutil. Os estudos aeronáuticos das modificações em projetos que resultam em redução de acidentes visualizam e relacionam, com grande ênfase, a modificação tecnológica versus a redução dos acidentes.

Tudo leva a crer que, muitas vezes, adotou-se a tecnologia pela razão da própria tecnologia. Este processo é muito natural e significa manter as aeronaves e máquinas de modo geral, no estado

da arte. Mas adoção destas novas tecnologias, na opinião deste autor, deveria ter um planejamento fundamentado igualmente nas alterações ergonômicas que acontecem com estas medidas tecnológicas e igualmente fundamentado nos novos modelos mentais conseqüentes destas modificações, às vezes, profundas.

O processo cognitivo destas alterações precisa ser avaliado à luz da usabilidade, a exemplo da modificação nos tipos de comandos principais como a troca do manche por um pequeno *stick*, que pode resultar em um grave acidente. A simplicidade e o conforto das novas tecnologias não apagam as tradições firmemente arraigadas nos processos mentais, longa e penosamente fixados na história do treinamento inicial e no tempo correspondente à carreira dos pilotos de aeronaves.

Cita-se o caso Airbus A-320 que se acidentou na França, cujo resultado da investigação é muito polemizado. É opinião corrente no meio aeronáutico que a falta de experiência de um piloto em utilizar um formato de comando diferente do manche tradicional foi um dos fatores causadores do acidente dizimando uma centena de passageiros. Na figura 24 a seta vermelha mostra a pequena alavanca parecida com um comando de jogos eletrônicos (*stick*) substitui o manche tradicional. A figura 24b mostra o Airbus 320 caindo na mata.



Figs 24a (foto cedida pelo Cmte Rocky, 2005)-o *side stick*, discutível substituto e causador do acidente, o manche de comando do Airbus A-320 e 24b- (imagem disponibilizada pela America Safety- www.americasafety.net)- o acidente com esta aeronave na França

Quando não funciona a investigação e não há causas visíveis de desgaste de materiais ou manutenção inapropriada ou deficiente, o laudo final aponta sempre para “erro do piloto”. Porque o piloto falhou deveria ser mais profundamente investigado e a relação do erro com a usabilidade da aeronave. Analisando um passado não muito distante, verificou-se um elevado número de colisões e capotamentos ocorridos no solo com aeronaves chamadas “convencionais”, ou seja, aquelas que mudam de direção no solo através de uma pequena roda direcional localizada na cauda. No período de 1948 a 1970, foi introduzido o trem de pouso no nariz das aeronaves. Houve um significativo

decréscimo na ocorrência de colisões no solo ou capotamentos. Isto ocorreu única e exclusivamente visando a melhoria da visibilidade frontal e das características de controle no solo do avião. Por outro lado, a quebra desta parte do trem de pouso passou a ser uma nova causa de acidentes, (porém em proporção muito inferior), mas aparecendo novamente como nova adição na marca estatística “erro do piloto” nos relatórios finais dos órgãos de prevenção de acidentes como o CENIPA no Brasil.

Estas aeronaves, além de terem sua visibilidade frontal deficiente, são muito susceptíveis ao vento, causando grande dificuldade ao piloto para controlá-las durante o processo pouso/decolagem. As janelas dianteiras foram aumentadas e presume-se que estes mesmos pilotos passaram a “errar menos”. Para aumentar as janelas, os instrumentos, que são muitos e quase sempre duplicados ficaram dispostos em posição mais baixa. Por consequência, como piloto, também acredito que os pilotos mais altos começaram a “errar mais” devido à dificuldade adicional e óbvia da leitura mais demorada e menos facilitada dos instrumentos, atualmente menores em tamanho, dispostos no painel mais baixo. As figuras 25a e 25b mostram dois aviões de treinamento básico, um deles com trem de pouso triciclo (roda de comando na frente), o Cessna 150 e o Paulistinha P-56 (Neiva) com bequilha (roda de comando atrás). Estas são duas configurações que modificam radicalmente o comando e visibilidade da aeronaves em terra.

Existem situações de muita pressão para capturar, interpretar e processar rapidamente informações dos instrumentos, muitas vezes em poucos segundos.



Figs 25a e 25b- Modelos com trem de pouso convencional (Paulistinha P-56) e com bequilha frontal (Cessna 150) (imagens do site www.aeroclube.com)

Um outro exemplo diz respeito à aproximação utilizando instrumentos, ou seja, “pouso por instrumentos”. Este procedimento por instrumentos difere do “pouso visual” onde o piloto utiliza o cenário visto pelas janelas, como fonte principal de informação para adoção de procedimentos de

atitude da aeronave, apoiado pela visão externa. Este é um conjunto de manobras pré-estabelecidas que possibilitam ao piloto levar seu avião desde as nuvens até um ponto, a partir do qual, deverá avistar a pista e prosseguir para pouso.

Notação:

Atitude da aeronave – condição da aeronave com base nos parâmetros de proa (direção), da situação do nariz do avião em relação ao horizonte – subindo ou descendo - e de inclinação - direita ou esquerda. (Comunicação pessoal de um piloto). Pode-se ver na figura 26 o que é ângulo de ataque, que é o ângulo formado pelo horizonte e pelo o eixo longitudinal das asas.

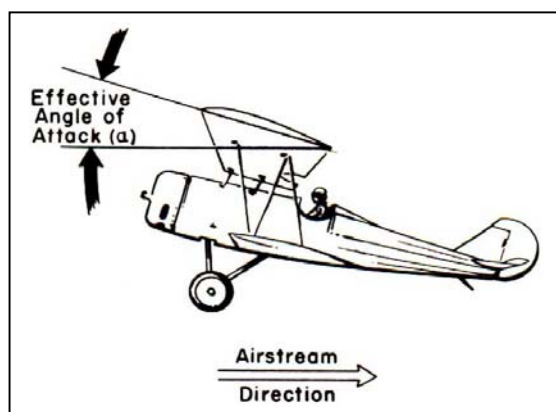


Fig.26 -O ângulo de ataque (figura disponibilizada no site <http://www.its.blrdoc.gov/~bing/37d/>)

No meio onde será inserido o piloto e a aeronave, estabelecer-se-á um conjunto de operações que culminará com o aparelho no solo, sequenciando-se um substancial e comprometedor conjunto de procedimentos desempenhado por este condutor, em muito pouco tempo para avaliar e agir, apoiados por instrumentos da aeronave e sinais externos de comunicação capturados por seus sentidos, que estimularão ações condicionadas. Esta cena pouco tem se modificado desde o início da aviação. Apesar deste tipo de procedimento ser adotado mundialmente há vários anos, com a introdução dos aviões a jato, esta fase final, precedente ao pouso, se tornou uma das mais críticas de um voo. A figura 27a mostra a fase de pouso onde o trem de pouso está baixado e *flaps* distendidos. A figura 27b também apresenta uma pista de pouso na proa da aeronave indicando momentos antes do pouso. O pouso é uma “queda controlada” e provoca situações de tensão e imprevisibilidade, principalmente quando o tempo não está bom e claro e as condições de vento não auxiliam esta manobra



Fig. 27a- Uma fase crítica do voo- o pouso Fig. 27b-A visão da pista pelo cockpit durante o pouso (fotos cedidas pelo Cmte Rocky em 2005)

Por outro lado, os procedimentos de pouso “de precisão, por instrumentos”, que formam uma rampa eletrônica até a pista fazendo o pouso muito mais suave, apresentam-se, estatisticamente, com menos acidentes que os procedimentos visuais. Isto nem sempre é possível adotar devido a aeródromos não equipados para pouso por instrumento e aeronaves despreparadas para este procedimento. Esta forma de pouso é também muito mais demorada para ser realizada e costuma ser desprezada pelos pilotos enquanto a modalidade visual pode ser utilizada.

O grande esforço necessário para o humano administrar e realizar ações com a interface como monitoração, precisão na aplicação dos comandos e manter um permanente modelo mental coerente com as inovações da automação tornam o humano vulnerável a muitas situações onde erros podem ocorrer.

As falhas no sistema podem ter muitas origens como materiais impróprios ou falhas de automação e que muitas vezes foram sendo construídas há muito tempo e finalmente concluídas, nas formas de um acidente, nas mãos do piloto para quem a culpabilidade é geralmente imputada.

A figura 28 mostra um diagrama de causas de erro na aviação. Pode-se entender que a variabilidade humana e as falhas no sistema são parte integrante das fontes principais das origens do erro humano, provocando incidentes e acidentes (REASON, 1990). O diagrama provoca uma situação de leitura das causalidades não enfáticas ou claras para outras origens de erros diferentes do erro do piloto. Embora existam causas de falhas do sistema, o mais usual é se atribuir ao piloto a responsabilidade pelo acidente ou incidente.

Nossa leitura do enquadramento do meio aeronáutico neste diagrama enfatiza uma ampla gama de situações dentro desta variabilidade (vide capítulo 3.3.1), ressaltando os processos cognitivos críticos que permeiam o trabalho do piloto no cockpit em determinadas fases do voo como pouso, decolagens e situações de emergência.

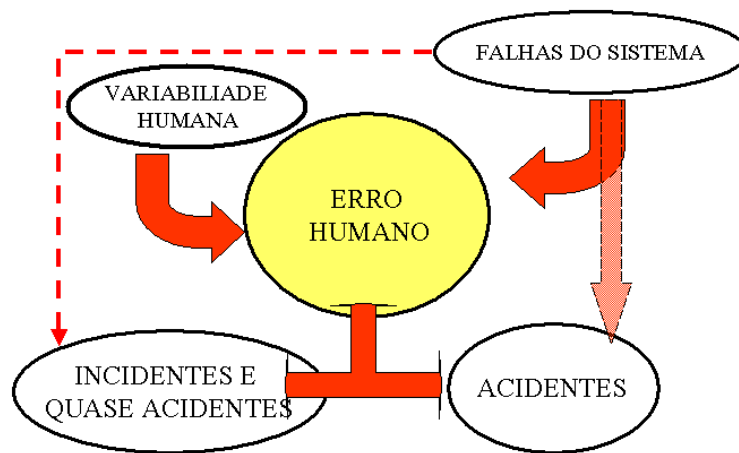


Fig.28- Causas de acidentes e incidentes (figura baseada no diagrama de Reason,1996)

Se enquadrarmos a variabilidade humana dentro da aviação como um componente eventual do erro humano, traduzindo-se como variabilidade motora, desorientação topográfica, esquecimento, aprendizado e adaptação, fixação de um estereótipo, visualizaremos as conseqüências destes erros como danos muitos graves nas aeronaves e nas pessoas.

Não é simples, na aviação, corrigir as falhas como legibilidade e compreensão dos mostradores; deficiência no acompanhamento e controle (para detectar e corrigir desvios no comporta/o do operador), existência de tarefas sem motivação, fatigantes, cansativas, falhas nos controle (alcance, formato, ativação), falta de treinamento e recebimento de instruções erradas ou ambíguas.

O grupo de trabalho da FAA (1996) que trata de Fatores Humanos ressalta que os princípios da ergonomia não são, via de regra, efetiva e apropriadamente adotados no campo da aviação. A tecnologia aeronáutica leva muito tempo para maturar porque qualquer alteração implica em muito tempo de avaliações e testes. Isto significa, além de tudo, um alto custo de desenvolvimento. Por isto, os preceitos de elaborações de projetos de postos de trabalho e aparelhos tendem a adotar tradições arraigadas nos conceitos de fabricação e treinamento de pilotos como dogmáticos e quase imutáveis. Mas quando é adotada uma nova tecnologia para construção de instrumentos e em aplicação de materiais, acontece uma sobrecarga ainda maior no piloto com novos e diferentes conhecimentos necessários para administrar uma pilotagem mais complexa e mais técnica.

Afirma-se que erros são, possivelmente, o efeito da variabilidade humana em um ambiente inamistoso (hostil) e que esta variabilidade é um elemento inerente a adaptação humana. Se um

sistema opera menos satisfatoriamente que o desejável ou abaixo dos procedimentos usuais, seja por ato humano, ou seja, por uma perturbação qualquer evitável, a causa, muito provavelmente, será identificada como um erro humano (MARTINS, 2002).

Como registram Moraes et al (2002), as mudanças tecnológicas colocam o homem em situação de extrema pressão ambiental e exarcebam-se as incompatibilidades entre o humano e tecnológico. Por se desconsiderarem os fatores humanos resultam falhas dos sistemas. E quando se buscam as explicações, a solução mais fácil é culpar o piloto (erro humano). As componentes Cognição e Comunicação para o piloto quando em voo, em relação ao conjunto de informações que processa, são muito críticas e este humano está constantemente recebendo-as através de seus instrumentos como dados a respeito da altitude, velocidade e posição de seu avião e do funcionamento de seus sistemas elétricos hidráulico. Se um problema qualquer ocorre, acendem-se várias luzes e surgem sons de aviso aumentando o volume neste tipo de comunicação máquina-homem com muitos detalhes das informações que devem ser processadas e administradas pelo piloto. Se esta aeronave em voo está em ocorrência de mau tempo, todas estas informações devem ser transformadas por seu cérebro em julgamento e ação em um contexto muito rápido e limitado.

Há um limite de informações que o cérebro pode lidar e esta limitação pode atrair situações inusitadas em que, apesar de estar funcionando normalmente, o volume de dados o faz operar em sobrecarga, e também induzir falhas e erros se considerarmos este homem como uma máquina biológica. A figura 29 apresenta a interação humano-máquina onde se situam as dificuldades com perspectivas cognitivas, operacionais, físicas e emocionais ocorrem, considerando os componentes tratados pela interface que atuam no sistema humano-avião-vôo.

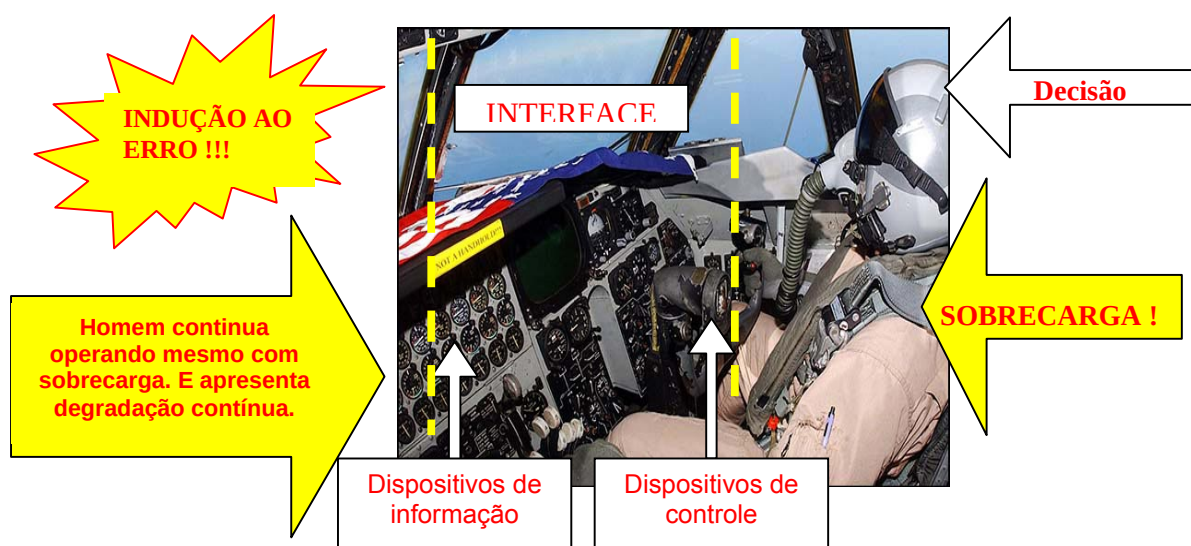


Fig.29- Diagrama da interação do homem com a máquina
(figura montada a partir de uma foto autorizada para uso no site www.warbirds.net/b52/fgt)

É preciso que passos sejam dados rumo à redução da probabilidade de ocorrência de situações susceptíveis de acarretar um problema, uma vez que a segurança de vôo depende de uma quantidade significativa de interpretações feitas pelo piloto nas condições específicas, em cada momento do vôo. Os acidentes não ocorrem somente devido à falha do piloto, mas em consequência também de uma concepção deficiente da transmissão de informações do meio externo, do equipamento, seus instrumentos, dos respectivos sinais, sons e mensagens diversas.

Sinais, sons, cenários e sensações são uma forma de linguagem, como enfatiza Habermas (1989). O piloto depende muito da preocupação de construtores e projetistas quanto à usabilidade destas máquinas, que pressupõe-se terem a missão de aumentar a confiabilidade da aviação refletida diretamente pela redução dos acidentes. Em alguns casos, porém o fracasso do componente não será considerado como causa aceitável. Uma procura se tornará necessária, continuando assim a pesquisa para rastreamento e determinação da origem do mau-funcionamento do componente. Citando Rasmussen (1981), as principais características dos erros humanos e falhas são as seguintes:

- É causa de divergências dos padrões pré-estabelecidos ou existentes;
- É localizado no rastreamento dos seus efeitos;
- É aceito nas justificativas razoáveis;
- Está presente quando identificada uma solução de contrapartida deste erro.

Nestas considerações, o agente humano estará sempre sujeito à fatalidade, que é um fator que não pode ser desprezado. Por causa da complexidade humana, em geral torna-se difícil convencer, de forma genérica, as pessoas com explicações meramente causais.

Uma análise mais profunda do problema terminará sempre a com identificação de um erro humano, provavelmente originado na fase de design, na etapa de fabricação, ou ainda, complementa este autor, atribuído simplesmente como sendo consequência de um “ato de Deus”. Nas atividades aeronáuticas, o design no sistema humano-máquina torna-se muito necessário caracterizar e classificar o erro humano confrontando as atividades humano-sistema com o controle cognitivo.

Existem casos onde a variação humana é inaceitável, devido às graves consequências dos erros. São atividades relacionadas ao controle de máquinas em vôo e casos onde a variação humana é insuficiente para lidar com mudanças no desempenho do sistema.

Segundo Martins (2002), no confronto humano-sistema, temos que entender o comportamento humano, identificando as variações humanas durante situações normais e

conhecidas e identificando os mecanismos que limitam a capacidade do agente operador em situações pouco conhecidas ou quando submetidas a variações, às vezes imprevisíveis.

Um bom enquadramento nesta situação é encontrado na definição de Paterson (2000) que cita dispositivos de frenagem aerodinâmica chamada *Autospoiler* onde em teoria, são uma excelente ajuda automática para pilotos porque corrigem automaticamente velocidades de aproximação das grandes aeronaves aos aeroportos e de outras manobras mas que retiram, literalmente, a habilidade de controle direto dos aviões pela "perda da sensibilidade do binômio voo-avião" pelo piloto na integração humano-máquina".

O sucesso de correções dos erros, entretanto, dependerá muito da qualidade da tarefa e do ambiente, tal como tarefas de observação e tarefas que deverão ser discutidas de forma distinta como o mecanismo relacionado com a condição inicial que gerou a ação corretiva ou que provocou a mudança variável do comportamento.

Além de piloto, Thurston é um respeitado projetista e tido como excelente Designer de Aviões considerado no nível técnico de Burt Rutan, projetista do Voyager, avião que deu a volta ao mundo sem abastecimento. Segundo Thurston, certos tipos de acidentes são mais resultado de uma concepção deficiente ou omissa, do que uma falha do piloto. A própria história da aviação fornece exemplos como prova que um erro do piloto pode ser eliminado pela concepção de uma aeronave com um design mais apropriado.

Aplicando estudos econométricos, considerando a estatística aplicada à estatística (ou seja, a simples a obtenção de uma correlação linear), visualizamos, um indicador incontestável: A modificação ergonômicas do projeto do avião e a usabilidade como são fortes elementos de influencia direta na alteração dos indicadores de causas de acidentes aéreos.

O design da estação de trabalho dos pilotos nos aviões é um forte modificador das causas e indicadores das origens dos acidentes aéreos quando se toma o piloto foco destes estudos (Martins, 2002). A administração do trabalho de uma máquina complexa enquanto situada fora do solo é hostil. A correção dos efeitos sobre variações impróprias de desempenho do sistema antes que os procedimentos conduzam a consequências inaceitáveis é muito árduo e pode frequentemente apresentar resultados impróprios. São estas as razões pelas quais não é possível ter-se um sistema 100% preventivo dos efeitos do erro, sendo os resultados em várias destas ocorrências, irreversíveis.

Discutir o erro, identificando a sua natureza / dimensões e avaliar os meios para minimizar os seus efeitos é mais importante que identificar as causas. Em outras palavras, é necessário achar o que saiu errado no lugar do porque (Martins, 2002).

3.2.2- A seqüência da causalidade dos acidentes sob a perspectiva do erro humano

Vidal (1984), estruturou uma classificação em torno do conceito de causalidade de um Acidente de Trabalho; tanto sobre as explicações meramente fenomenológicas iniciais como a modelagem do mecanismo do acidente e taxonomia dos fatores causais que é como a questão vinha sendo discutida. Estas vertentes são:

- . Culpabilidade;
- . Acidentabilidade;
- . Predisposição aos acidentes;
- . Dicotomia fatores técnicos x fatores humanos;
- . Teoria da inerência; e
- . Confiabilidade sóciotécnica.

Estas seis vertentes formam dois grupos distintos: No primeiro grupo, temos vertentes que buscam explicar a causalidade de acidentes a partir de características do acidentado. Este grupo tem por elemento comum a idéia de que o acidente tem como fator explicativo a falha ou erro humano e claramente não se aplica ao fenômeno dos acidentes organizacionais que queremos estudar. O segundo grupo apresenta como traço característico que a explicação da causalidade se dá numa interação da pessoa com o contexto onde opera.

Nesse sentido Reason (1990) considera a contribuição humana aos acidentes distinguindo entre falhas ativas e falhas latentes em função do efeito desfavorável imediato ou não sobre o sistema. A principal característica dessas últimas é que elas estão presentes no interior dos sistemas muito tempo antes de um acidente se declarar, sendo introduzidas por níveis hierárquicos superiores como os projetistas, os responsáveis pela manutenção e pela gestão do pessoal. E prossegue Reason afirmando que o único fato que pode-se sempre garantir a respeito de acidentes organizacionais é que as camadas de defesas, isto é as barreiras de proteção, sistemas de segurança, sistema de trabalho etc. erigidas para impedir a ocorrência de desastres naturais ou provocados pelo homem, oriunda da filosofia de projeto de defesa em profundidade, foram ultrapassadas. No modelo “Swiss Cheese” de Reason, as falhas nas defesas de um acidente podem se apresentar como um queijo suíço com “buracos” que significam “falhas latentes” que às vezes iniciaram há muito tempo antes do evento. Em determinadas circunstâncias, estas falhas (buracos) podem se alinhar e então acontece o acidente.

Um acidente é uma sucessão de falhas. Quando estas barreiras são destruídas ou apresentam falhas ou se tornam vulneráveis, o acidente ocorre.(REASON,1990). Estas barreiras de

proteção são sistemas de segurança, sistema de trabalho erigidas para impedir a ocorrência de desastres conforme mostra a Figura 30 . A este fato, ele denomina falha latente.

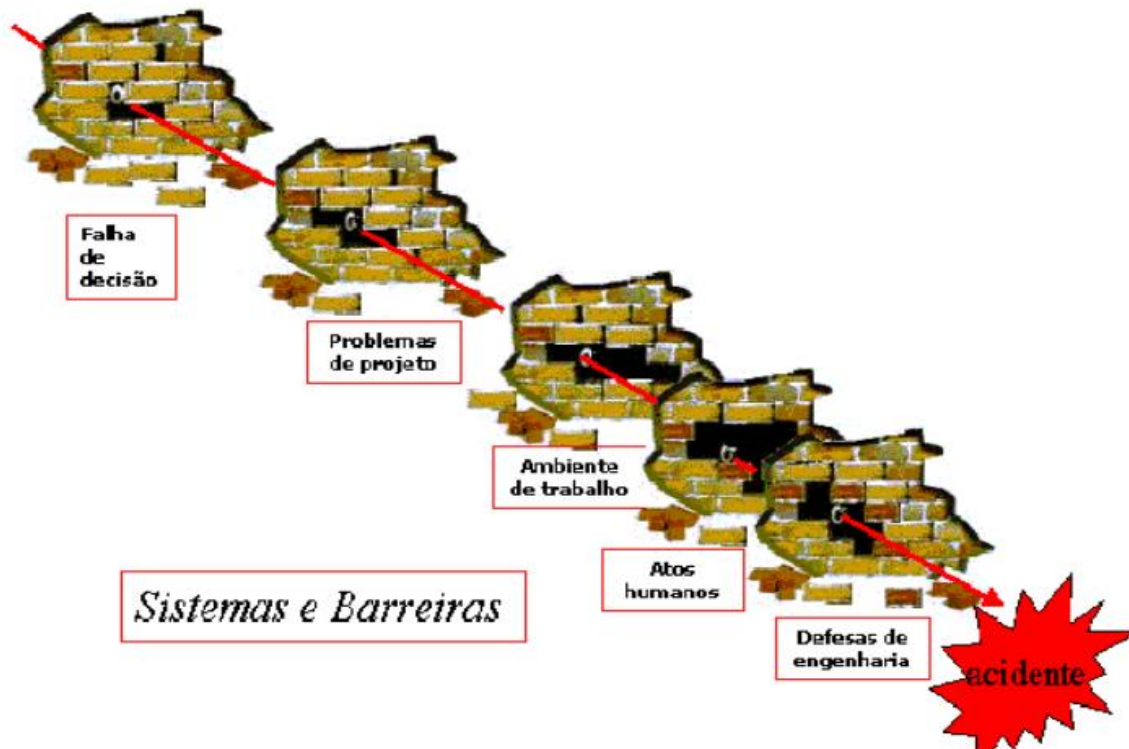


Fig.30- Figura Baseada no “Swiss Cheese model” de Reason (1990).

Conforme apresentado na figura 30, considera-se defesas não apenas as barreiras físicas ou os sistemas de engenharia, mas sim toda a configuração do processo de trabalho da empresa. Deste modo, estas defesas podem ser concebidas para servir a diversas funções como:

- . Propiciar a compreensão e consciência dos riscos inerentes aos processo;
- . Fornecer indicações claras sobre como proceder de maneira segura;
- . Prover alarmes e avisos quando o perigo for iminente;
- . Restaurar o sistema ao seu estado normal após perturbações;
- . Interpor barreiras físicas de segurança entre os perigos e as perdas potenciais;
- . Confinar e eliminar os perigos que escapem das barreiras anteriores;
- . Prover meios de escape em caso de falhas das barreiras.

Segundo Cardosi (1993) levantar as exigências fisiológicas e ergonômicas que cercam o piloto de avião no seu cockpit pode significar uma ação preventiva de acidentes mais eficaz.

3.2.3- Erros humanos na aviação- O computador defende a aeronave

De acordo com Beting (2005), uma sequência de fatos e fatores encadeados é o que costuma derrubar aviões. Mude uma desses fatores de lugar ou cancele essa ação e um acidente não acontece. É por isso que acidentes são tão raros. Mas, um dia, acontecem. Um fator contribuinte foi a falta de coordenação entre os elementos envolvidos nos vôos. Apesar das tripulações estarem tecnicamente qualificadas e as aeronaves não apresentarem falhas significativas, alguém que possuía a informação necessária para evitar o acidente não foi suficientemente enfático para transmiti-la a quem era responsável pela decisão a bordo. Essa dia era o 27 de março de 1977. Um Boeing 747 da PAN AM estava transitando pela pista (*taxing*) e outro da KLM estava decolando. De acordo com este autor, a sucessão de fatores que contribuíram para este acidente foram:

- A decisão tardia em encher os tanques em Tenerife,
- O nevoeiro que envolveu a pista minutos antes da partida,
- As posições ocupadas no pátio,
- O piloto do 747 na KLM, estava nos últimos anos, ministrando aulas nos simuladores
- Este piloto (Van Zanten) estava desacostumado com os procedimentos comunicação via radio, fator que contribuiu para "desligar" seu cérebro das mensagens recebidas.
- Sua imensa vontade de retornar o quanto antes a Amsterdam, sem estourar os limites de regulamentação aumentava sua ansiedade e diminuía sua capacidade de julgamento.
- A tripulação da PanAm errou a saída da pista,
- O inglês deficiente do controlador.

Este foi o maior acidente em com aeronaves do mundo- 583 mortos. A figura 31 mostra uma montagem do Jetsite dos dois Boeings 747 que se chocaram em Tenerife em 27 de março de 1977



Fig. 31– Dois Boeings 747- da Pan AM e da KLM em Tenerife– foto do site www.Jetsite.com– Brasil

Este acidente promoveu um grande avanço na área tecnológica dentro da aviação, com a introdução de sistemas automatizados em larga escala, no interior das aeronaves. A partir daí se observou uma mudança no rumo das causas dos acidentes: as falhas decorrentes dos Fatores Humanos passaram a ter uma evidência maior em detrimento das falhas oriundas do equipamento, não porque o homem tenha passado a errar mais, mas porque os equipamentos ficaram mais sofisticados e, conseqüentemente, as falhas humanas ficaram mais evidentes.

A tecnologia digital tem reduzido e modificado de modo progressivo a apresentação e disposição de muitos instrumentos de controle de voo, sendo a instalação destes em posição incomum da usual na cabine de comando, passando informações críticas em formato de apresentação digitalizada e muito diferente da tradicional. Não há como negar o avanço que tecnologias de automação tem tido nos últimos anos:

- Tecnologias para medição e controle automático,
- Detecção e diagnóstico de falhas,
- Interfaces computadorizadas,
- Comunicação de dados e voz,
- Modelagem e otimização on-line via redes neurais e algoritmos genéticos,
- Sistemas especialistas vem sendo constantemente integrados aos sistemas de processos contínuo.

Pode-se comparar os cockpits das figuras 32a e 32b e verificarmos radicais modificações nos postos de trabalho do piloto como vê-se um antigo Boeing 707, dotado de instrumentos analógicos e um moderno Boeing 767, digitalizado. A parte visível destas modificações é o formato dos instrumentos, agora sob forma de displays além das telas dos computadores de bordo.



Fig. 32a e 32b – As modificações radicais no posto de trabalho do aviador Antigo Boeing 707 e o novo Boeing 767 (fotos cedidas pelo piloto Alexandre Rizzo, 2005)

Outra característica inerente aos modernos sistemas de processo contínuo que envolvem riscos é o conceito de sistemas de *intertravamento*, que procuram proteger equipamentos importantes do sistema, impedindo sua operação em determinadas situações que possam acarretar em perigo para o sistema, ou em alguns em perigo para o próprio equipamento.

Sistemas tais como trem de pouso (rodas) e hiper-sustentadores (dispositivos que aumentam a curvatura da asa, aumentando a sustentação) conforme pode-se ver na figura 33 se forem recolhidos em situação de aproximação final do pouso, fariam- o avião despencar no chão (hiper-sustentadores) ou se arrastar na pista podendo se desintegrar ou se incendiar (trem de pouso). Na figura 33 vê-se estes dispositivos expandidos (acionados).

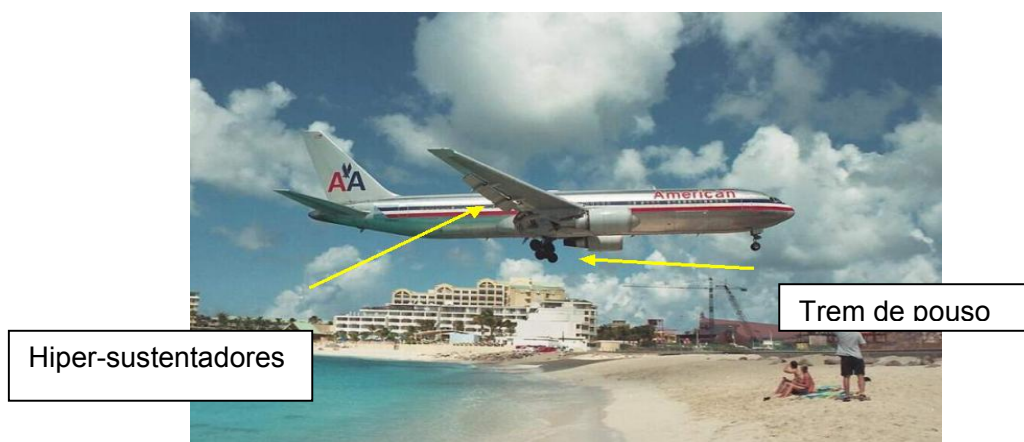


Fig.33- Sistemas críticos controlados por computador (foto cedida por Milton Mallet, 2004)

Muitos atuadores de sustentação (hiper-sustentadores, *trimers* (pequenos ajustadores) e *spoilers* (niveladores de fluxo aerodinâmico) estão cada vez tendo suas funções determinadas de modo automático pelos computadores de bordo das aeronaves, tirando a sensibilidade do piloto para ações e reações para fazê-los operar.

O usual, quando não se caracterizam com exatidão as origens de acidentes causados por problemas mecânicos ou meteorológicos, é rotular-se como “ erro do piloto ”. Há efetivamente muitos outros fatores que contribuem para a ocorrência. (BRANCO, 1999)

Um corolário desta filosofia de projeto são os sistemas de *intertravamento* que procuram proteger equipamentos importantes do sistema, impedindo sua operação em determinadas situações que possam acarretar em perigo para o sistema, ou em alguns em perigo para o próprio equipamento. Muitos atuadores de sustentação (hiper-sustentadores, *trimers* e *spoilers*) estão cada vez tendo suas funções determinadas de modo automático pelos computadores de bordo das aeronaves, tirando a sensibilidade do piloto para ações e reações para fazê-los operar.

Exemplos de incidentes e acidentes

Apresentamos a seguir ocorrências de acidentes e incidentes que tiveram como fatores contribuintes diversas origens distintas

Exemplo 1– CAUSAS: Manutenção deficiente e problemas emocionais de tripulação (Ser humano) e institucionais (Organização)

Descolamento de cauda- American Airlines- voo 587 Airbus Industrie A300-605R, N14053
Belle Harbor, New York- em 12 de Novembro, 2001. Fonte de dados e figura: NTSB -
National Transport Safety Board (<http://www.ntsbt.net/ntsbt/query> - 25/05/2005)

Causa– Incapacitação da tripulação, erro de manutenção, mau tempo,
Falha de projeto, erro não previsto e improvável (1 em 100 bilhões)

Origem- Erro de projeto e falha de manutenção preventiva

Aspecto ergonômico- Erro de execução de tarefa agravado por fatores institucionais
Além de aspectos emocionais do piloto e capacitação insuficiente
para aplicação apropriada de comandos nas superfícies de controle

A figura 34 mostra a cauda desprendida desta aeronave por aplicação errada de comandos e manutenção deficiente



Fig.34- Separação da cauda de um Airbus A-300 (Foto do National Transport Safety Board-2006)
disponibilizada por <http://www.ntsbt.net/ntsbt/query>

Exemplo 2- CAUSAS: Tecnologia mal aplicada (Tecnologia) e capacitação deficiente (Treinamento, Ser Humano)

Mal uso de novos instrumento de controle: Toulouse, França- Airbus A-320 (2001)

Fonte de dados e figura: NTSB -National Transport Safety Board

(<http://www.ntsbt.net/ntsbt/query> 25/5/ 2005)

Causa - Sub-qualificação, Incapacitação da tripulação

Origem- Excesso de confiança dos projetistas

Aspecto ergonômico—Treinamento mal dirigido para capacitar pilotos no uso de um novo modelo de pilotagem que troca o manche tradicional por um side-stick. Problemas de informação sobre comportamento dinâmico da aeronave (atitude da aeronave em voo).

A figura 35- Apresenta a queda do A-320 em Toulouse em 2000. A discutível causa imputada à automação



Fig.35- Airbus A-320 combinação errada entre atitude, ângulo de ataque (vide página 105) e velocidade causando queda na mata – Tecnologia sob dúvida
(foto disponibilizada por <http://www.ntsbt.net/ntsbt/query>)

Exemplo 3- CAUSAS- Apoio errado de pessoal de terra, liderança (Ser humano) e coordenação (Organização).

Problemas de Linguagem e coordenação: Tenerife- Boeing 747 PanAm e Klm (1977)

Fonte de dados e figura : NTSB -National Transport Safety Board

(<http://www.ntsbt.net/ntsbt/query>) e Americam Safety (www.americamsafety.net) acessados em 13 de abril de 2004

Causa- Incapacitação, erros de julgamento, navegação, problemas de comunicação, linguagem, distribuição de tarefa

Origem- Controle de tráfego aéreo e problemas de navegação,

Aspecto ergonômico- Erro de execução de tarefa, fadiga, erro de linguagem, incapacitação e falta de coordenação coletiva

A figura 36 mostra um dos dois Boeings 747 envolvidos no maior acidentes com aeronaves até hoje em todo mundo



Fig.36- O Boeing 747 da PanAm envolvido no acidente em Tenerife
(foto disponibilizada por <http://www.ntsbt.net/ntsbt/query>)

Estes casos apresentados foram acidentes, possivelmente causados por diversos componentes do sistema (piloto)-(avião)-(pessoal de suporte) que foram resultantes de questões

diversas, algumas destas relativas à usabilidade como no caso Airbus A-320 (fig.35 da pág.77), e questões cognitivas como nos casos Airbus A_300 (fig.34 da pag.76) e dos Boeings 747 (fig.36 da pag.78). Pode-se visualizar suas inserções no esquema da figura 37, que integra os componentes que colocam uma aeronave em voo do projeto ao ato de aplicar comandos para pilotar, carregando carga e/ou passageiros. Existe uma confluência destes três componentes:

1. Engenharia e construção,
3. Pilotagem e
4. Apoio de terra (manutenção, suporte de carga e movimentação, controle de tráfego aéreo e manutenção).

A aeronave depende da perfeita integração e competência destes pilares. Se acontecer um erro em um deles, inicia-se a construção de um acidente ou incidente.

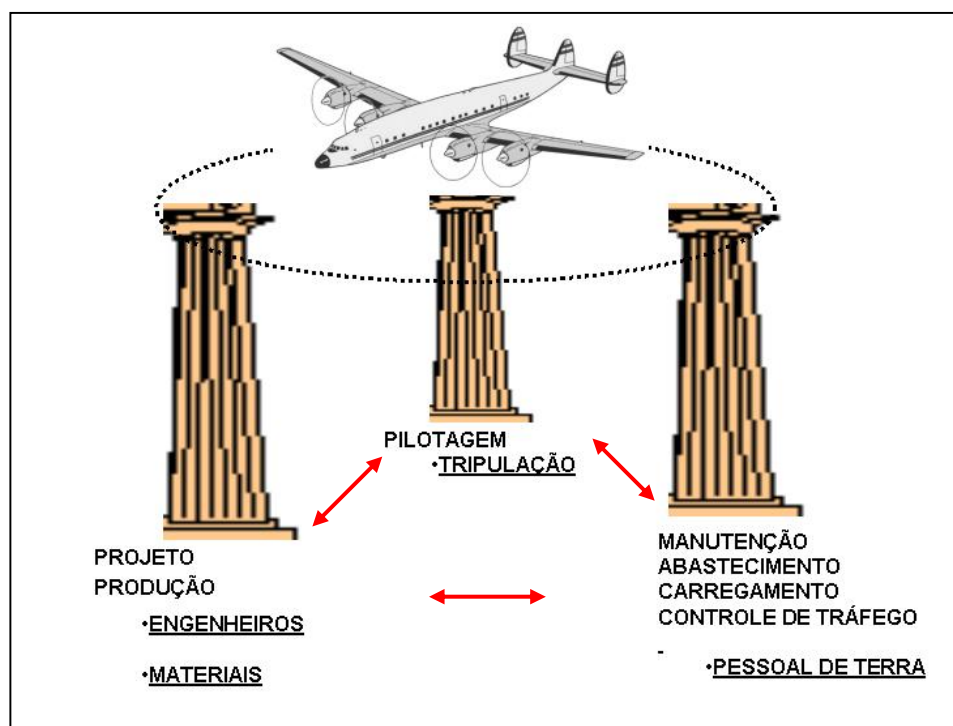


Fig.37-Componentes que colocam e mantêm uma aeronave em voo

Estes exemplos sugerem que poderia ter sido observado com mais profundidade os aspectos ergonômicos para atenuar ou evitar estes acidentes apresentados, tais como:

- Ter sido dada mais atenção às interfaces humano-máquina de todo pessoal envolvido na colocação destas aeronaves em voo.
- Ter sido desenvolvido amplo treinamento e simulações mais produtivas e apropriadas para tecnologias tipo este formato extremamente reduzido do dispositivo controlador da atitude de voo da aeronave (manche substituído por uma pequena alavanca chamada stick).
- Ter sido estabelecida coordenação e treinamento de tripulações para linguagem e mantendo a capacitação dos pilotos com mais treinamento para casos de problemas e situações críticas e de grande cansaço e fadiga.
- Terem sido alteradas, com profundidade, as tarefas dos controladores de tráfego aéreo, capacitando-os em fraseologia mais compreensível universalmente.

Estas providências acima, em parte, têm tido atenção hoje, com treinamento apropriado a nível institucional como veremos adiante com sistemas chamados CRM. (Corporate Resource Management). De acordo com a CENIPA- Brasil e com os órgãos norte americanos (American Safety e NTSB), existem 12 causalidades de acidentes:

1. **Controle de tráfego aéreo e problemas de navegação**- Erro de uso de instrumentos ou não compreensão de instruções.
2. **Acidentes com carga**- Centro de gravidade errado , sobrecarga.
3. **Colisões** – Colisões no ar e no chão entre aeronaves, com objetos e com pássaros.
4. **Fatores externos**- Danos por condicionantes externos, tesoura de vento (vento descendente forte e quase imprevisível).
5. **Tripulação de bordo**- Drogas, álcool, condição mental desfavorável, não seguimento de regulamentos, cansaço/ sono/ fadiga.
6. **Fogo**– No hangar/no solo, no ar, no interior da aeronave.
7. **Pouso/decolagem**– Excesso, falta de velocidade, comandos travados, configuração errada de programação , condições de prumo ruins.
8. **Manutenção**– Falha de diretivas , instalação errada de componentes.

9. **Resultado**- Pouso de emergência, perda de controle.
10. **Segurança**- Sabotagem, seqüestro, insanidade a bordo.
11. **Condições metereológicas desfavoráveis**- Vento, tesoura de vento, gelo, chuva.
12. **Desconhecido**- Causas indeterminadas.

Existem problemas e soluções. Para reduzir os acidentes, é necessário um grande empenho em busca destes caminhos e análise dos fatores que conduzem à segurança. Dentro deste conceito, um dos critérios que mais precisam evoluir é aquele relacionado à Ergonomia e Usabilidade, i.e., ao estudo da interação humano-máquina no meio aeronáutico tendo em vista as permanentes observações dos órgãos encarregados de investigação e prevenção afirmando a necessidade de agregar estudos ergonômicos nos novos projetos (NTSB 1996, FAA,2002, CENIPA,2004 JENKINS, 2004).

3.2.4- Passos que Podem Conduzir a um Desastre em um cockpit

Segundo Sumwalt (1987), a Flight Safety International identificou dez indícios que podem ser reveladores de uma cadeia de erros.

1. **Ambiguidade:** quando duas ou mais fontes independentes de informação são discordantes;
2. **Fixação ou Preocupação:** a atenção da tripulação está dirigida para um só item, evento ou condição, com a consequente exclusão de todas as outras atividades de cabine;
3. **Insegurança ou Confusão:** quando um piloto ou outro tripulante está inseguro do estado ou condição do avião;
4. **Violando os Mínimos:** quando as regras e regulamentos mínimos são intencionalmente violados.
5. **Procedimentos Irregulares:** quando se admite utilizar um procedimento irregular, ou quando este procedimento é utilizado;

6. **Ninguém voando o avião:** isto pode ser o resultado do segundo indício, fixação ou preocupação, mas pode também ocorrer em condições rotineiras de voo. Em virtude dos relatórios de acidentes estarem repletos de casos em que ninguém estava incumbido de voar o avião, o comandante deve, especificamente, delegar a tarefa, afirmando : " Eu voarei o avião e você tomará conta do problema ";
7. **Ninguém olhando para fora:** com o uso de sofisticados computadores de controle de bordo existe a possibilidade de ambos os pilotos estarem com o avião em voo invertido. Chama-se desorientação espacial;
8. **Incapacidade de atingir objetivos:** quando parâmetros ou expectativas de eventos não são atingidos, tais como previsão de consumo de combustível ou antecipação de desempenho de potência de decolagem;
9. **Discrepâncias não resolvidas:** quando confusão, perguntas ou preocupações não são resolvidas;
10. **Abandono de procedimentos padronizados de operação:** quando procedimentos padronizados de operação não são utilizados no momento apropriado.

Em 1979, em um Workshop realizado pela “NASA-National Aeronautic and Space Administration”, apresentou uma pesquisa sobre as causas dos acidentes aeronáuticos relacionados ao erro humanos, entre os quais falhas nas comunicações interpessoais, tomada de decisão e Liderança.

A comunidade de aviação agiu rápido, trabalhando para reduzir o erro humano. O processo de capacitação e administração de novas tecnologias chamado CRM, ampliou o conceito da sigla de *COCKPIT RESOURCE MANAGEMENT* para *CREW RESOURCE MANAGEMENT* e depois para *CORPORATE RESOURCE MANAGEMENT* em menos de 5 anos, ampliando muito o espectro de aplicação das técnicas de segurança e prevenção de acidentes nas empresas de aviação, em todo o mundo. Outra técnica importante foi a adotada na Inglaterra para reduzir acidentes, observando situações potencialmente perigosas do passado, desenvolvendo técnicas de prevenção tomando por base estes “quase incidentes”. A FAA (Federal Aviation Administration) tem enfatizado a necessidade da divulgação de problemas que atingem toda a aviação

3.2.5- Automação, correção e prevenção de erros na aviação

Histórico da prevenção, antecipação e pró-ação na prevenção de acidentes

Do início de janeiro de 1942 e 31 de dezembro de 1945, os Estados Unidos contribuíram com 275.245 (ANGELUCCI,1971 apud SANTOS (2001)) aeronaves para o cenário de guerra.

Desta forma, a quantidade de pilotos necessária era muito elevada e, em consequência, foi necessário melhorar o treinamento para pilotar estas máquinas. O objetivo das forças armadas era ter um piloto pronto para o combate o mais rápido possível, sem queda de qualidade na formação dos pilotos treinados. A padronização dos procedimentos teve uma contribuição significativa. Pilotos civis que migravam, na época para a Força Aérea de combate e passavam por instrução, serviram para demonstrar que os acidentes rotulados de imperícia ou falta de treinamento do piloto não seriam a única causa dos erros humanos.

Logo após a II Guerra Mundial, as tecnologias introduzidas fizeram os aviões mais rápidos, pesados, voando mais alto e cobrindo distâncias cada vez maiores. Não importavam as condições meteorológicas e horário de voo, aumentando consequentemente a complexidade do posto de trabalho do piloto. A medida para manter os aviadores a par do mundo exterior foi a introdução de novo instrumental de apoio e controle da aeronave que compunha o painel do cockpit.

Conforme cita Santos (2001), quando um avião voa a 150 Km/ h a 100 m de altura num dia claro e tem condições somente de voar para um local muito próximo da origem, o piloto pode usar de seus sentidos e se apoiar em poucos instrumentos (velocímetro, altímetro, bússola, horizonte artificial e sensores de temperatura e pressão do óleo do motor) para controlar o avião e em situações semelhantes a esta é chamado de voo visual. Vide na figura 38 estes instrumentos básicos.



Fig.38- Instrumentos para voo visual .Foto do Marauder B-26-(foto disponibilizada por <http://www.ntsbt.net/ntsbt/query>)

Quando o voo ocorre em maiores velocidades, a 4000 metros de altitude em relação ao solo à noite ou entre/superior às nuvens e em um trajeto não totalmente conhecido pelo piloto, ele já não pode confiar somente na sua visão para a navegação e evitar possíveis obstáculos em níveis mais baixos de voo (como montanhas, pontes, linhas de transmissão de energia, etc).

Este tipo de situação de condutibilidade de aeronaves é chamado de voo por instrumento pois exige outros meios que conduzam as informações vitais do trajeto do avião para o piloto, porque não podem ser obtidas da mesma maneira que na forma de voo visual. Nesta categoria de voo, a atenção dispensada aos instrumentos deve ser total, pois é somente através deles que se pode absorver as informações relativas ao voo e é a partir da leitura dos dados destes instrumentos e da respectiva interpretação é que serão comandados os sistemas necessários para determinadas situações.

Hoje, um cockpit moderno não conta mais com inúmeros instrumentos analógicos dos aviões produzidos até os anos 70. O voo não é mais conduzido de forma manual e com a presença integral do piloto durante todas as fases deste voo.

Os instrumentos foram colocados na forma de painéis multifuncionais de tubos de raios catódicos, sob o conceito do "Glass Cockpit", o piloto automático, com o avanço da informática, foi tomando maior importância junto ao piloto, além de todos os sistemas de controle de voo que avisam suas medições precisas e, em certos casos, não deixam que o piloto tome determinadas atitudes que sejam perigosas ao voo.

Problemas relatados anteriormente, nos dias atuais não existem mais (controles de difícil acesso, disposição de instrumentos e controles diferentes entre aviões, treinamento superficial). Mas o ônus do crescimento da automação é o desconhecimento dos pilotos de algumas atitudes e ações dos controles automático em determinados momentos (Santos, 2001).

Esta migração do poder de comando de partes deste sistema complexo, o avião, leva a citações do tipo "Quem está no comando de cockpits automatizados ? " conforme questiona Santos (2001).

O National Aerospace Laboratory of the Netherlands no artigo Flight Deck Automation Issues (1994) descreve: "Automação é a alocação de funções para máquinas que deveriam ser alocadas para pessoas. O termo é também utilizado para se referir a máquinas que realizam estas funções. Cockpits automatizados, portanto, consiste em máquinas nos cockpits de aviões comerciais, militares e de transporte que realizam funções antes realizadas pelos pilotos.

Os cockpits automatizados atualmente incluem pilotos automáticos, sistemas de gerenciamento de voo, sistemas eletrônicos de suporte ao voo e sistemas de avisos e alarmes".

3.2.6- A Complacência e Automatismo

Segundo estudos do DAC (<http://www.airsafetygroup.com.br/> acessado em 1/01;2006), não é a primeira nem será a última vez que uma atitude complacente contribui para a ocorrência de um acidente. Com "cockpits" cada vez mais automatizados, este problema tornou-se ainda mais grave, pois o piloto tende a delegar demasiadamente a operação da aeronave a estes automatismos.

É comum, por exemplo, vermos pilotos durante a descida ou subida, ficarem olhando a paisagem por longos momentos, como se fossem simples passageiros. Ou, então, passam a executar outras tarefas não pertinentes ao voo, deixando por alguns instantes a aeronave voando por si só. Têm sua atenção voltada para o voo somente através do "altitude alert", mudanças significativas de potência ou chamadas na fonia.

Em um relato do AIRSAFETY GROUP do DAC, uma atitude excessivamente descontraída de um comandante conduziu os pilotos à perda do que é conhecido como "Situational Awareness", que pode ser traduzido como "conscientização situacional". Isto ficou claro devido às várias vezes que teve que recorrer ao co-piloto para saber sua posição, nível que estavam autorizados a descer, configuração dos instrumentos de navegação e se estava autorizado a efetuar a aproximação. Perdeu o controle de atitude e referencial em relação ao objetivo daquele momento do voo *o que o impediu que acompanhasse o desenvolvimento do voo*, o que ficou claro com o comentário que fez sobre as indicações do ILS (*Instrument landing system*) pouco antes da colisão..

O automatismo também tem feito com que vários pilotos esqueçam que sua função básica é pilotar uma aeronave. Estes parecem evitar a todo custo operá-la manualmente. Neste caso, as condições meteorológicas eram boas, com um teto de 1800 pés e visibilidade de 8km, não havendo necessidade do uso do PA (Piloto Automático). Por que, então, ficar discutindo sobre seu uso à baixa altura? Independentemente disso, perto do chão não é lugar para se discutir nada. Em caso de dúvida se arremete e pronto.

O próprio fabricante recomenda que, havendo mudança na rota prevista quando abaixo de 10.000 pés, os pilotos passem a usar marcações convencionais de navegação, justamente para evitar distrações à baixa altura com o sistema de navegação computadorizado.

Vide nas figura 39a e 39b fotos do Airbus A-380, o aspecto dos novos postos de trabalho dos mais modernos aviões, que exigem muito mais esforços cognitivos dos pilotos: Este posto de trabalho é o estado da arte na aviação



Figs. 39a e 39b O cockpit do Airbus A-380 e a visão externa deste moderno avião (fotos cedidas pelo Comte Rocky, 2005)

Como a maior parte dos importantes estudos sobre acidentes foram realizados há quase 10 anos e a automação de aeronaves progrediu muito nesta última década modificando na mesma proporção a tarefa no posto de trabalho nos cockpits, acredita-se que seja necessário um re-estudo e uma nova definição de componentes de erro para aplicação em nossa pesquisa, tomando como base os princípios e modelo de resultados dos trabalhos destes cientistas.

Segundo Vilela (2006), analisando conteúdos de laudos obtidos das investigações de causas de acidentes graves e fatais do trabalho efetuadas pelo Instituto de Criminalística (IC), Regional de Piracicaba, verificou-se que os 71 laudos analisados concluem que 80% dos acidentes investigados são causados por "atos inseguros" cometidos pelos trabalhadores ou pelos seus mentores, enquanto que a falta de segurança ou "condição insegura" responde por 15,5% dos casos.

A responsabilização das vítimas ocorre mesmo em situações de elevado risco onde não são adotadas mínimas condições de segurança, com repercussão favorável ao interesse dos empregadores. Observa-se que estas conclusões refletem os modelos explicativos tradicionais, reducionistas, onde os acidentes são fenômenos simples, de causa única, centrados via de regra nos erros e falhas das próprias vítimas. Apesar das críticas que tem recebido nas duas últimas décadas no meio técnico e acadêmico, esta concepção mantém-se hegemônica no Brasil, prejudicando o desenvolvimento de políticas preventivas.

Da lista de causas originada por erro de tripulação de bordo (erros humanos), de acordo com publicações do CENIPA (2002 e 2004), estão presentes em no mínimo 80 % das investigações dos acidentes e incidentes aéreos são:

- cansaço/ sono/ fadiga,
- sub-qualificação, incapacitação,
- erro de julgamento (velocidade, altitude, atitude da aeronave),

- navegação,
- problemas de comunicação, linguagem,
- distração no cockpit, desorientação.

Alexanderson (2003) registra que problemas podem ser gerados, eventualmente, pela automação ou por aspectos de percepção de falhas quando esta tecnologia não funciona como planejado. Entretanto, ao aprofundar análises efetuadas sobre vários destes acidentes, notamos que esta afirmação muitas vezes encobre problemas sérios inerentes a toda a aviação (Simões, 1990).

A CAA (1998) órgão responsável pela segurança e prevenção de acidentes inglesa e a NTSB (1994), órgão responsável pela segurança e prevenção de acidentes norte americana concluíram em seus estudos que os riscos de uma colisão em vôo são os mesmos de 1946 a 1976, enquanto o número de mortes dobrou, em parte devido ao advento de aviões de grande porte. Na década inicial do uso amplo da automação nas aeronaves foram atribuídos 56% da culpabilidade destes acidentes aos pilotos, pois não exerceram vigília adequada durante o vôo SIMÕES (1988). Porém dois fatores mudaram substancialmente neste período:

1. O número de tripulantes na cabine foi reduzido à metade, limitando os sensores humanos disponíveis para monitorar o cenário de vôo.
2. Em 40 anos, a velocidade “cruzeiro” dos aviões aumentou em 100% e a velocidade de aproximação para pouso em 200%, devido à modificação aerodinâmica dos modernos aviões que não admitem velocidades muito reduzidas de aproximação para pouso.

Então dois aviões a 1000 Km hora em direção contrária (2000 Km / hora somados) torna impossível alguma reação em caso de colisão frontal. Nestas circunstâncias, os instrumentos internos como radar, somados aos auxiliares externos como os controladores de vôo e seus instrumentais existentes nas torres de controle de vôo nos aeroportos, aliados às disciplinas internacionais de registro e planejamento (planos de vôo), deveriam então ser redutores deste risco, mas não os evitam. Não será, finalmente, nos dias de hoje, a vigilância dos pilotos nos aviões, durante o vôo, o fator preponderante para impedir e prevenir este tipo de acidente, enquanto condicionante fundamental de segurança. Estudos desta natureza, com ampla divulgação e representatividade no meio acadêmico e aeronáutico, apresentam claramente que a usabilidade é uma questão importante.

A ergonomia cognitiva precisa ser um item considerado prioritário para se determinar a migração para as inovações. Estas preocupações poderão contribuir para a redução de acidentes

aeronáuticos, enquanto a tecnologia se ocupa com a construção de instrumentos e da automaticidade de dispositivos auxiliares de correção de voo (Paterson, 2003).

3.2.7- A Segurança de Voo no Sistema de Aviação Civil

Durante o ano de 1944, a cidade americana de Chicago tornou-se o centro das atenções mundiais, porquanto lá era debatido um assunto que, à época, significava grandes novidades e preocupações. O transporte aéreo, que já levava passageiros e carga por todo o mundo, necessitava de regras gerais que proporcionassem ao usuário, em qualquer país, segurança, regularidade e eficiência. Assim, foi assinada a Convenção de Chicago em 7 de dezembro de 1944. Nascia a Organização da Aviação Civil (OACI) e os padrões e as recomendações que proporcionariam, entre outros resultados, um desenvolvimento seguro e ordenado da aviação internacional. Esta convenção foi promulgada no Brasil pelo decreto 21713, de 27/08/46.

Pelo artigo 37 da convenção, os estados contratantes se obrigaram a colaborar a fim de atingir a maior uniformidade possível em seus regulamentos, sempre que isto trouxer vantagens para a atividade. Para este fim, a OACI emitiu documentos, hoje chamados "anexos", estabelecendo práticas e padrões sobre os diversos assuntos que compõem a aviação civil. Assim, temos o anexo 1, sobre licenciamento de pessoal, o anexo 8, sobre aeronavegabilidade, o anexo 13, sobre investigação de acidentes aeronáuticos, etc.

No Brasil, o Código Brasileiro de Aeronáutica (CBA), Lei 7565, de 19 de dezembro de 1986, em seu artigo 25, estabelece que a infra-estrutura aeronáutica, também destinada a promover a segurança, a regularidade e a eficiência da aviação civil, é composta, dentre outros, pelo sistema de segurança de voo (Alínea III, arts. 66 a 71) e pelo sistema de investigação e prevenção de acidentes aeronáuticos (alínea V, arts. 86 a 93)

No DAC, as atividades do Sistema de Segurança de Voo previstas no CBA, são desempenhadas pelo sub-departamento técnico, que emitiu os Regulamentos Brasileiros de Homologação Aeronáutica (RBHA), contendo os requisitos, práticas e padrões a serem seguidos para que a segurança de voo seja atingida. O cumprimento dos RBHA é fiscalizado pelo STE através de vistorias.

O Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos segue o Anexo 13 à Convenção de Chicago, intitulado "Investigação de Acidentes Aeronáuticos", que dá as diretrizes para a atuação dos organismos que são encarregados das investigações de acidentes em cada país. O órgão central do sistema é o Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes

(CENIPA), que é um órgão do Comando da Aeronáutica. No DAC o elo do CENIPA é a Divisão de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (DIPAA), que tem a função de investigar os acidentes da aviação civil e emitir as recomendações de segurança aplicáveis, além de outras atividades que previnam os acidentes aeronáuticos. Desta forma, seguindo as orientações da OACI (Organização da Aviação Civil), a autoridade aeronáutica brasileira estabeleceu, com bastante propriedade e clareza, as finalidades e atribuições de cada sistema. Implementando processos ergonômicos e utilizando uma técnica de treinamento e prevenção de acidentes denominado Administração de Recursos de Tripulações (do original CRM- Crew Resource Management) hoje também chamado Corporative Resource Management .

Jenkins (2004) e Mauro (2004) têm enfatizado a importância de doutrinas de capacitação tipo CRM (Corporate Resource Management) e estudos que apliquem enfoque ergonômico na área da aviação porque representam oportunidades de aplicação científica em uma área sóciotécnica sempre carente de sistemas e procedimentos que conduzam à redução de erros humanos e a prevenção de acidentes com graves consequências para a humanidade. Ainda cita a importância de estudos desta natureza, devido ao cunho científico e à aplicabilidade prática no meio técnico somado às implicações reais na segurança de pessoas e equipamentos.

Os tópicos abordados no treinamento em CRM são liderança, decisão, resolução de conflito, consciência de situação, Instruções específicas e relatos de missão, efeitos do estresse e fadiga no desempenho e limitações do desempenho humano e análise de erros.

Na primeira fase do treinamento , observa-se a preocupação com a usabilidade, tendo a coleta de dados em atitudes de trabalho e cultura organizacional se traduz na avaliação da ergonomia em aspectos de acidentes e incidentes críticos na organização. Na fase final deste programa, analisa-se, especificamente, os problemas do homem e os fatores que podem conduzir a acidentes.

O Surgimento do CRM (Cockpit Resource Management) teve o objetivo inicial de reduzir o erro do piloto, a partir da mentalidade da culpa ser dele, pois este possuía todas as informações na mão, mas não as gerenciava de forma adequada (CENIPA, 1979). O conceito inicial do CRM - *Cockpit Resource Management* (Gerenciamento de Recursos de Cabine) mudou para: *“Processo de treinamento de tripulações para reduzir o ‘erro do piloto’, fazendo um melhor uso dos recursos humanos da cabine de voo”*. Vejamos a evolução desse conceito de treinamento:

- Foco no “*Cockpit*” (cabine de pilotos) e voltado para questões administrativas de controle da aeronave— 1ª. Geração.
- Foco na “*Crew*” (tripulação) e voltado para questões administrativas aplicadas na aviação - 2ª. Geração.

- Foco na *Corporate* (cultura organizacional) que se refletia na operação do avião - 3ª. Geração.

O CRM no Brasil criado pela norma IAC 060-1002 de julho / 2003 sobre Gerenciamento de Recursos de Equipes (*Corporate Resource Management – CRM*), em que *Corporate* (Corporação) significa “reunião de pessoas com a mesma profissão e com os mesmos deveres e direitos”, ou seja, grupo de pessoas que trabalham em equipes envolvidas com a mesma atividade (aérea). Dessa forma, o CRM surge como uma ferramenta eficaz para reduzir a ocorrência de falhas humanas nas operações das aeronaves de transporte aéreo (SUMWAIT, 2006).

Conforme é sua atribuição precípua, a Organização de Aviação Civil Internacional (OACI) emite os Padrões e Procedimentos Recomendados (*Standard and Recommended Procedures – SARP*) que, em geral são observados pelos países contratantes, garantindo um adequado nível de segurança para as atividades aéreas.

Cita-se uma outra técnica de prevenção de acidentes, além do CRM, utilizada na Inglaterra, para identificação de erro humano (HEI) chamada TRACER – técnica para análise retrospectiva e antecipação de erros cognitivos em controle de tráfego aéreo (ATC).

Esta técnica inicialmente enfatiza a necessidade de uma ferramenta de HEI em ATC e é colocado o foco em uma técnica específica. Esta técnica deve englobar um número de taxonomias inter-relacionadas, baseada na apresentação de um simples diagrama de cognição.

Um estudo de aplicação mundial do TRACER – a avaliação de várias opções para SEPARAÇÃO MÍNIMA no espaço aéreo não controlado no Reino Unido. Neste estudo, TRACER foi utilizado como modelo para antecipar e retrospectar, pesquisando problemas potenciais não existentes e verificando o passado para aprender com a experiência.

Este estudo conclui que TRACER é um valioso auxílio para o design, desenvolvimento e operações no ATC no Reino Unido e tem sido verdadeiramente utilizado como base para novas aplicações em ATC tanto na Europa como nos USA. A figura 40 retrata um profissional de controle aéreo em seu posto de trabalho, onde vê-se uma tela com dezenas de pontos aos quais se associa cada avião em voo.



Fig.40– Profissionais do Controle de tráfego Aéreo em atividade (foto cedida por Milton Mallet, 2004)

Segundo o Federal Aviation Administration- FAA (1996), foram examinadas diversas áreas dentro da aviação onde há uma comunicação e a coordenação insuficientes que possam afetar a operação segura de aviões altamente automatizados.

Comunicação e coordenação insuficientes conduziram a incompatibilidades entre as potencialidades de aviões altamente automatizados e o ambiente do serviço de tráfego aéreo, e se encarregou de compartilhar os registros de atividades para identificar vulnerabilidades antes que resultem em um incidente/acidente.

Ambas dificuldades entre e intra-organizacional de uma comunicação dentro do FAA podem impedir o FAA ou a Indústria de executar seus papéis respectivos de uma maneira consistente e ideal. A falta da coordenação resultou também ou contribuiu a uma proliferação de comitês técnicos que tratam das publicações idênticas (ou quase idênticas), e pesquisa que está incompleta ou não foi apropriadamente aplicada (FAA, 2005)

3.3 - ASPECTOS COGNITIVOS NA ATIVIDADE DO PILOTO

Este sub-capítulo apresentará as características cognitivas da tarefa do piloto em seu posto de trabalho, mostrando como este humano é exigido para desempenhar de suas atividades e como muitas vezes estas exigências da profissão estabelece uma considerável deformação em suas possibilidades fisiológicas, emocionais e cognitivas em relação ao que lhe é demandado na tarefa de aviador pela empresa de aviação comercial ou pela carreira militar.

A ênfase deste capítulo aponta para os problemas relacionados às conseqüências das exigências da profissão que, na maior parte das vezes, permanece entrincheirada nas emoções e na mente do piloto e não podem ser manifestadas, tendo um alto preço em sua carreira, quando são reveladas CENIPA (2004).

O resultado deste represamento tem conseqüências, muitas vezes, fatais. Problemas como cansaço/ sono/ fadiga, sub-qualificação, incapacitação relacionado diretamente à falta de treinamento apropriado e falta de equipamento como simuladores de vôo, má liderança, falta de consciência de situação, falta de clareza de instruções específicas e relatos de missão, efeitos do estresse e fadiga. Estes problemas claramente conduzirão de modo fatal à limitação do desempenho e de capacidade de analisar de erros, à redução no desempenho das tarefas, à incapacidade de resolução de conflitos, à indecisão em momentos críticos, aos erros de navegação, à distração no cockpit, desorientação, ao erro de julgamento (velocidade, altitude, atitude da aeronave) e aos problemas de comunicação e linguagem, à perda da eficiência no funcionamento mental e físico, à Irritabilidade e descontrole emocional, às tendências para distorção perceptiva e à confusão ideacional.

3.3.1- Descrição da tarefa do piloto - (i) Situação de trabalho

Segundo Santos (2001), uma das características da aviação comercial é a bem definida hierarquização das funções. Cita que dentro da aeronave, o comandante é a autoridade máxima, estando os demais tripulantes a ele subordinados. Porém, sendo o processo de trabalho extremamente rígido, com alto grau de padronização das tarefas rotineiras, estabelecidas através do manual de operações da companhia e do fabricante, que além de difundir as diretrizes, os procedimentos, os regulamentos, as normas e as atribuições que regem as operações de vôo da empresa, visam também divulgar os regulamentos oficiais brasileiros e internacionais.

O comandante é obrigado a solicitar autorizações em determinadas situações, tais como, liberação do despacho para decolagem, permissão para mudança de níveis etc, o que denota a importância do suporte dado pelos aeroviários e controladores a esses profissionais.

A tabela três apresenta um resumo do processo de trabalho dos pilotos com as informações referenciadas com as ações na primeira coluna dividimos em entrada, processo e saída. Na entrada, o piloto para preparar o voo vai necessitar as informações descritas na coluna INFORMAÇÕES cujas ações correspondentes estão na coluna AÇÕES. O mesmo acontece com o processo de voo em execução e finalização onde as informações e ações correspondentes estão descritas nas colunas seguintes.

PROCESSO DE TRABALHO		
	INFORMAÇÕES	AÇÕES
ENTRADA: Preparação do voo	•Escala •Condições metereológicas •Carga do avião •Etapas do voo •Equipamentos •Apresentação da tripulação ao comandante	•Verificação da jornada •Briefing do voo •Dimensionamento de combustível •Estabelecimento de procedimentos para pouso e decolagem •Reconhecimento da aeronave •Briefing com a tripulação
PROCESSO: Voo em execução	•Relatório do voo anterior da aeronave •Checks do equipamento •Autorização de decolagens, níveis e pouso	•Verificação das condições de segurança da aeronave reportadas à equipe anterior •Checagem geral da aeronave e aferição de equipamentos •Solicitação e recebimento de aceite para decolagem, cruzeiro e pouso
SAIDA: Finalização do voo	•Cumprimento da etapa de voo	•Execução do voo dentro das padronizações de segurança, economia e conforto

Tabela 3- Informações e ações do piloto nas fases de preparação, voo e finalização

A organização temporal do trabalho é determinada por escalas distribuídas no início de cada mês, com a programação de todos os voos a serem realizados. A partir desta, relacionam-se a remuneração, as folgas e os voos.

(ii) Características do trabalho do piloto

O CENIPA (2004) fez uma série de entrevistas com 30 pilotos no departamento de recursos humanos de uma empresa de aviação no Brasil. O posto de piloto estudado é constituído por uma população essencialmente masculina. A faixa etária de maior concentração da amostra de comandante de Boeing 737 é de 35 a 40 anos, e de Boeing 767 é de 43 a 55 anos. A população tem, em geral, um nível de escolaridade referente ao 2o grau.

De um modo geral, estes profissionais iniciam na profissão em aeroclubes, geralmente aos 18 anos. Primeiro, com a realização do curso de piloto privado (PP- 40 horas de voo), obtendo a primeira licença. Posteriormente, realizam o curso de piloto comercial (PC- 110 horas de voo). Após a conclusão destes, iniciam a carreira voando em táxi aéreo para preencherem um número de horas exigidas pelas companhias de linha aérea, que correspondem, aproximadamente, a 300 horas de voo.

Entram na aviação de linha aérea como co-pilotos, onde são freqüentemente checados, até alcançarem a função de piloto em comando. O piloto leva, em média, oito anos para chegar ao posto de comandante de Boeing 737 e mais cinco para alcançar tal posto no Boeing 767. A jornada de trabalho é contada a partir da hora da apresentação no local de trabalho, até 30 (trinta) minutos após a parada final dos motores. A duração da jornada de trabalho do comandante em um único dia poderá ser até:

1. onze horas, se integrante de uma tripulação mínima ou simples;
2. quatorze horas, se integrante de uma tripulação composta; e
3. vinte horas, se integrante de uma tripulação de revezamento.

Durante a viagem, o comandante terá direito à alimentação, em terra ou em voo, de acordo com as instruções técnicas dos Ministérios do Trabalho e da Aeronáutica. Esta alimentação deverá, quando em terra, ter a duração mínima de 45 (quarenta e cinco) minutos e a máxima de 60 (sessenta) minutos; e, quando em voo, ser servida com intervalo máximo de 4 (quatro) horas.

No período deste estudo do CENIPA, foi de extrema importância o processo de conversação e verbalização, pois na análise do trabalho exercem uma função essencial em termos de complementarem as observações das tarefas, além de serem recursos necessários para diversas etapas em uma análise ergonômica.

Primeiramente, a conversação foi importante na ocasião dos contatos iniciais com o comandante, a fim de compreender as principais características da atividade. Segundo Rebello (1990), em tarefas mais complexas, onde há maior carga mental devido ao tratamento de informações, o operador se transforma em uma usina de pensamentos e ações e, neste caso, a observação pura e simples não chega a ser um meio suficiente de coleta de dados. Além de conversar com o comandante sobre seu trabalho, é de extrema valia que ele também possa verbalizar as seqüências das atividades durante o processo de trabalho, pois a verbalização pode exprimir o que ele pensa (e como age) durante a execução de uma determinada tarefa.

Procurou-se analisar, também, o processo de trabalho observando a interface comandante-sistema e os modos operacionais, onde a formação do comandante e o trabalho em equipe são fundamentais em termos de cooperação e comunicação.

O trabalho prescrito

Apresentamos a seguir, as rígidas exigências da tarefa do piloto, de uma empresa de aviação comercial qualquer, mostrando que muitas vezes estas tarefas agredem os aspectos fisiológicos e emocionais destes profissionais e que poderiam ser condicionantes latentes de acidentes potenciais. O Manual Geral de Operações da companhia sintetiza todas as tarefas a serem executadas pelo comandante, onde fundamenta as três premissas básicas que são a segurança do voo, o melhor atendimento ao usuário e o bem-estar do funcionário dentro da empresa. Contudo, deverá ser utilizado e cumprido de acordo com suas recomendações. Neste manual estão contidas informações baseadas em diversos tipos de publicações do fabricante da aeronave, dos regulamentos oficiais brasileiros e internacionais, e informações da Diretoria de Operações da empresa. A seguir, será relacionado de acordo com o Manual de Operações da Empresa os itens relacionados ao comandante.

Descritivo da função:

É o preposto da empresa e age em nome dela durante todo o decorrer da viagem, além das atribuições estabelecidas no Código Brasileiro de Aeronáutica.

Apresentação e embarque:

- **Vôo local:** O comandante deverá apresentar-se no Despacho Operacional (DO.) no horário previsto, tomar conhecimento de instruções especiais, se existentes, declarar a hora de apresentação na ficha e assiná-la. A tolerância máxima no horário fornecido pela escala é de dez minutos. Após este prazo caberá ao DO decidir pela substituição ou não do tripulante;
- **Vôo trânsito:** O comandante deverá aguardar a aeronave em trânsito no local mais adequado, de modo a efetuar o embarque imediato após o desembarque dos passageiros e da tripulação que chega, e deverá coordenar a troca de tripulações para que a aeronave e os passageiros não fiquem desatendidos;

- Voo pernoite: O comandante deverá determinar aos demais tripulantes o local e o horário para reunir sua tripulação para o local da apresentação de modo a que se faça chegar ao avião, no mínimo 45 minutos antes da hora da decolagem.

Desembarque e término do voo:

- Após o desembarque, todos os membros da tripulação deverão seguir juntos para o D.O (Despacho Operacional) , utilizando a mesma condução se possível, ou conforme determinação do próprio comandante;
- O tripulante só poderá retirar-se para o descanso após liberado pelo D.O .

Quando está de reserva

- O comandante deverá apresentar-se ao D.O no horário previsto;
- Preencher a ficha de apresentação e verificar se há instruções para cumprimento;
- Estar sempre pronto para ser utilizado, de modo a poder embarcar imediatamente. Não serão tolerados atrasos por motivo de troca de roupa, de toalete, de preparação de mala, de telefonemas, de recebimento e conferência da Pasta de Navegação, de ausência do local de reserva, etc.

Exames e habilitações

- Manter atualizados os seus Certificados de Habilitação Técnica e Habilitação Física;
- Submeter-se a exames e recheques sempre que a Área de Operações considerar necessário.

Hierarquia

- Usar, quando em serviço, a expressão de tratamento formal;
- Dirigir-se às Diretorias ou Presidências da empresa, para o comandante dar conhecimento à sua chefia imediata e obter autorização do Gerente
- Geral Assistente de Operações (piloto-chefe). Toda tripulação deverá acatar a autoridade do comandante desde a apresentação até o término da viagem, inclusive pernoites.

O trabalho real

O que acontece, na realidade, supera as exigências dos preceitos indicados nestes Manual Geral de Operação. Além da especificidade do conteúdo técnico, o comandante é o responsável legal por tudo o que ocorre dentro da jornada, desempenhando uma série de funções gerenciais. Inicialmente, é dele que se espera decidir na incerteza e arcar com as repercussões destas decisões em termos de segurança e de custos financeiros para a empresa. Numa rotina comum, seu trabalho inicia em sua própria casa ao preparar-se para chegar ao aeroporto uma hora antes da decolagem. Em sua chegada, é necessário dirigir-se ao D.O. (Despacho Operacional) e sala de *Briefing* para conferir e preencher documentos de apresentação, verificar a presença da tripulação, as condições climáticas e certificar-se das cartas de voo.

No avião, antes de decolar são checados os livros de bordo e as anotações reportadas pela equipe anterior, conferidas as rotas, o combustível, a quantidade de passageiros e o peso, enfim toda a aeronave é, de certa forma, vistoriada. O comandante responsabiliza-se por avaliar e decidir se a aeronave possui ou não condições técnicas para realizar o voo. Nesta fase, ele relaciona-se com os vários serviços técnicos e administrativos: operações, despacho, manutenção, equipe técnica, equipe de cabine, entre outros, para tentar eliminar as variáveis que possam comprometer os padrões de segurança do voo.

O voo tem início quando se fecham as portas do avião. Cada etapa do voo consiste de procedimentos distintos, porém a decolagem e o pouso são apontados como os momentos mais críticos. Durante o voo de cruzeiro, o trabalho se resume às checagens constantes e repousam na conferência dos dados informados pelos instrumentos de bordo.

A aeronave depois de nivelada e posicionada na rota passa a ser controlada pelo piloto automático. Este não existe apenas para facilitar o seu trabalho, mas, principalmente, por uma questão de segurança, pois auxilia o trabalho de uma maneira dinâmica.

No Sistema Humano-Máquina / Cabine da Aeronave, observa-se a grande quantidade de monitores e de informações. O piloto necessita estar bem treinado para exercer o seu trabalho. O co-piloto é um personagem fundamental, pois é ele que transmite as informações para o piloto verificar (e vice-versa). Na comunicação com os controladores de tráfego aéreo, o comandante é obrigado a solicitar orientação e autorização para executar as várias operações. Esta é feita numa linguagem técnica padronizada, com um mínimo de palavras e o máximo de informações, instaurando assim uma comunicação eficiente (fraseologia).

Em geral, no Brasil, esta fraseologia é em português, mas em aeroportos internacionais esta língua é o inglês, como é exigido pelos padrões de tráfego aéreo internacional. Durante o voo, a comunicação com os controladores de tráfego aéreo é mais ou menos intensa, dependendo da

etapa em que se está, pois são os controladores que orientam e autorizam as várias operações, e os pilotos devem sempre obedecer as regras de tráfego aéreo.

Ao término do voo o comandante reporta as condições da aeronave para a próxima tripulação que deverá assumir o voo. Sua responsabilidade, porém, estende-se até o hotel, onde verifica se toda a tripulação encontra-se devidamente alojada.

Neste sistema o comandante, além de gerenciar toda tripulação, trabalha diretamente com o co-piloto, que é um tipo de assistente nos procedimentos técnicos para voar. Nas equipes de revezamento existem dois comandantes, sendo um hierarquicamente superior, e dois co-pilotos. Os comissários perfazem o restante da tripulação e atuam no serviço de bordo e segurança dos passageiros.

A organização temporal do trabalho é determinada por escalas distribuídas no início de cada mês com a programação de todos os voos a serem realizados e conseqüentemente uma estimativa de remuneração. Tal instrumento é suscetível a modificações não previstas inicialmente pela companhia.

Em geral, qualquer solicitação do tripulante para confecção de escalas futuras deverá ocorrer no mínimo com 15 dias de antecedência sem garantia de ter seu desejo atendido. É a escala que regula a vida desses profissionais em um determinado período, pois vai determinar quando e para onde o piloto irá, o quanto o piloto vai voar, e portanto indiretamente a sua remuneração (FERREIRA, 1992).

Não se pode, também, deixar de mencionar a peculiaridade do ambiente de trabalho do aeronauta, que conta com algumas adversidades como: vibrações da aeronave, baixa pressão atmosférica e rarefação do ar, baixíssima umidade relativa, transposição de fusos horários, excesso de ruídos. A exposição regular a estas condições de trabalho, podem pôr em risco a saúde do aeronauta, desencadeando problemas circulatórios, ressecamento da pele, distúrbios hormonais, comprometimento da coluna vertebral, entre outros, o que interfere diretamente na qualidade de vida.

Cada jornada de trabalho de um piloto depende dos trajetos e do tipo de serviço proposto pela Empresa Aérea. As exigências básicas são de atividades manuais de ações envolvendo os membros superiores (MOREIRA et al, 1999).

Toda esta movimentação é caracterizada, nos aviões modernos, como sendo atividades leves, de fácil execução, por não exigirem grande consumo energético. São normalmente ações de digitação, manipulação de manetes, empunhadura de microfone, “plugues” e acionamento de teclas ou botões de comando. Entretanto, para que essas atividades realmente não representem um

desnecessário desperdício de energia, é preciso que os painéis de controle, com todos os seus componentes estejam dimensionados e posicionados dentro do raio de ação natural dos pilotos.

De um modo geral, as ações manuais e dos membros superiores empreendidas pelos pilotos solicitam preensões manuais de diversos objetos, como manetes, botões e microfones. É preciso então considerar as limitações da mão para efetuar gestos de preensão em diversos ângulos em relação à posição de trabalho.

Fadiga, ritmo corporal e descanso

Os itens abaixo relacionados indicam condicionantes que poderiam contribuir para a construção de situações insustentáveis de insegurança. Considerando que a ergonomia objetiva conceber um meio de trabalho considerando conforto, segurança e eficiência, o CENIPA nas conferências sobre CRM (Corporate Resource Management –2004), enfatiza que nem sempre estes preceitos são seguidos. Frequentemente estes princípios se chocam com outras exigências que se traduzem, em termos finais, como:

- Turnos de trabalho não compatíveis com o descanso necessário às tripulações;
- Economia de espaço orientado a *pay-loads* (máximo espaço destinado à carga transportada), atrofiando os espaços destinados ao cockpit e ao resto da tripulação;
- Necessidade de manter as aeronaves no ar para uma máxima performance econômica e retorno dos investimentos, porque as aeronaves foram projetadas para utilização nestas condições de uso máximo e contínuo. O ser humano não;
- Regimes de trabalho estressantes no processo de treinamento de pilotos, principalmente na área militar;
- Frequente falta de equipamentos de treinamento mais apropriado como simuladores de voo e outros que deveriam ser adquiridos na chegada de novas aeronaves.

Segundo Silva Filho (2002), aviões de todos os portes cruzam os céus do Brasil e de outros países transportando passageiros, bagagens, produtos, documentos e, principalmente, uma tripulação que, mesmo gostando de voar, dá sinais de cansaço, em razão do estressante trabalho no ar. A tripulação também está preocupada com a segurança nos aviões do País. São ruins, as

relações entre trabalhador e organização, tendo como pano de fundo o trabalho com déficit ergonômico.

O autor foi enfático afirmando que a sociedade deveria conhecer os desvios cometidos pela organização do trabalho na aviação civil brasileira. Por meio de medidas drásticas e autoritárias, as empresas estão pondo em risco a segurança das pessoas transportadas – passageiros e tripulação – em vôos domésticos e também internacionais realizados por companhias brasileiras.

Além das dificuldades cotidianas enfrentadas pela tripulação para tornar cada “vôo o mais agradável possível ao passageiro” há uma portaria recente – de 20 de maio de 2002 — do Departamento de Aviação Civil (DAC) - 179 A/STE, que reduz, na prática, o número de comissários de bordo nos aviões comerciais do País. A portaria altera o Registro Brasileiro de Homologação Aeronáutica, modificando o critério de cálculo do número obrigatório de comissários.

Com isso, o número de comissários de bordo de um Airbus cai de 8 para 5 tripulantes; no Boeing 737 cai de 4 para 3 tripulantes (tripulação simples); no caso do MD-11, a redução é de um tripulante. Silva Filho (1999) cita exigências fisiológicas no posto de trabalho do piloto de avião que estão presentes no cockpit. E enfatiza que estas exigências foram obtidas em relatos de pilotos civis e militares ou encontradas em revisão de literaturas do ramo. Estas exigências são origens de algumas das principais causas de erros, tendo como consequência acidentes na aviação civil ou militar.

Estão abaixo listadas problemas com tripulação de bordo (e que estão presentes em no mínimo 80 por cento das investigações dos acidentes e incidentes aéreos):

- Drogas, álcool,
- Condição mental desfavorável,
- Não seguimento de regulamentos,
- Cansaço/ sono/ fadiga.
- Sub-qualificação
- Incapacitação
- Erro de julgamento (velocidade, altitude, atitude da aeronave)
- Erro de navegação
- Problemas de comunicação, linguagem
- Distração no cockpit
- Desorientação

Mas cabe investigar como destes problemas se originaram em falta de suporte das empresas para capacitar e avaliar corretamente a performance dos pilotos. Por exemplo, incapacitação e sub-

capacitação sugerem falta de capacitação. E este problema é corrigível com treinamento apropriado, avaliação correta e orientação. E se analisarmos cada item destes acima relacionados veremos, igualmente, que cada tipo de problema pode ser tratado no momento certo com a ação correta. A vigilância constante conduz às melhorias operacionais, evitando acidentes.

O sono e seus transtornos

Uma das revelações encontrada com frequência nos relatos dos aviadores, foi à falta de sono, a dificuldade de se criar uma rotina de sono ou até mesmo o termo “tenho ‘insônia’ por causa do meu trabalho”.

Souza et al (1999) define como insônia o excesso de vigília, ou a incapacidade se começar a dormir ou de se manter o sono, a mesma não é considerada uma doença, mas sim um sinal de que estamos com algum problema em nosso organismo. Partindo da constatação de que a quase totalidade dos seres humanos dormem todos os dias cerca de 1/3 do tempo, sugere-se que o sono deve satisfazer uma necessidade biológica básica do organismo humano.

Ainda, segundo este autor, a privação do sono, pode provocar efeitos tais como:

- Perda da eficiência no funcionamento mental e físico;
- Irritabilidade e descontrole emocional;
- Tendências para distorção perceptiva;
- Confusão ideacional.

Algumas vezes, é difícil de se compreender por que uma pessoa tem necessidade de dormir. Certas partes do corpo, como o coração, nunca descansam embora sejam capazes de funcionar durante toda a vida. Um valor psicológico do sono parece ser o de restabelecer um equilíbrio adequado da excitabilidade, entre as várias partes do sistema nervoso. À medida que a pessoa vai ficando cada vez mais fatigada, algumas partes de seu sistema nervoso perdem mais excitabilidade do que outras, de modo que uma parte pode desequilibrar as outras. Na verdade, a fadiga nervosa extrema pode desencadear graves distúrbios psicóticos. Entretanto, após o sono prolongado, todas as partes do sistema nervoso irão, normalmente readquirido seus níveis normais de excitabilidade e retornado ao estado de serenidade (GUYTON, 1992).

O ciclo circadiano e suas alterações

Segundo Souza et al (1999), em geral estão acopladas à periodicidade de 24 horas da rotação da Terra, de forma que muitas vezes chegou-se a pensar que a periodicidade animal e humana seria uma reação passiva do organismo à periodicidade do meio ambiente. Experiências mostraram, porém, que essa periodicidade continua após a exclusão de todos os fatores do meio ambiente. A causa dessa periodicidade não é, portanto, o meio ambiente e sim processos endógenos próprios do cérebro. E prosseguem estes autores, o ritmo circadiano é sincronizado com a periodicidade das 24 horas do dia através de balizadores de tempo externos.

Os autores ainda enfatizando que o mais potente destes sincronizadores é o ciclo dia-noite, outros importantes fatores referenciais de tempo são: as condições sociais, barulho e temperatura. O primeiro substrato anatômico e funcional do ritmo biológico a ser identificado foi o núcleo supraquiasmático, que se localiza na base do cérebro.

Posteriormente, foi evidenciada a presença de outros relógios biológicos. Ao se extrair o núcleo supraquiasmático em animais e em humanos submetidos ao isolamento, tem se demonstrado a dessincronização de dois grupos de funções rítmicas; um grupo que acompanha o ciclo sono-vigília e o outro acoplado ao ritmo circadiano da temperatura corporal. Por exemplo, em um indivíduo em condições constantes de isolamento, seus ritmos circadianos mudam de 24 horas para uma média de 25 horas.

Entretanto, funções vegetativas como a temperatura corporal e a secreção de cortisol não seguem um ciclo de 32 horas, que parece estar localizado nos núcleos ventromediais e na área lateral hipotalâmicos (CIPOLLA, 1988).

Finalmente registram que alguns distúrbios transitórios do sono e da vigília podem estar associados a mudanças abruptas dos sincronizadores exógenos, por exemplo: uma viagem transmeridiana. A síndrome de mudança rápida do fuso horário se caracteriza por sonolência diurna, insônia com dificuldade de dormir no novo horário e queda do desempenho nas diversas tarefas mentais e físicas. As consequências médicas destas mudanças podem ser classificadas em: os produzidos de forma transitória e os produzidos de forma crônica. Se estas mudanças ocorrem de forma sistemática, os sintomas se agravariam a ponto de ter risco de várias doenças como distúrbios neurológicos, sonolência excessiva e/ou insônia, problemas cardiovasculares e gastrintestinais.

Os pilotos que realizam as grandes rotas transcontinentais estão sujeitos de maneira crônica a esse mal, cruzando muitas vezes por semana vários fusos horários em uma só viagem, desafiando o seu próprio organismo. Isso explica em parte, o porquê de certos estudos apontarem as doenças cardiovasculares como a principal causa de perda de licença para pilotar e de mortalidade não-traumática entre os comandantes (MELHADO, 1999).

Força G e aceleração da gravidade

Os efeitos da força da aceleração da gravidade, ou força G, são sentidos de forma dramática em aviões que voam próximos ou acima dos limites da velocidade sônica ou em aviões de acrobacia, que não são tão velozes, mas que por outro lado, executam manobras extremamente arrojadas. Essas características de voo supersônico são encontradas em caças como o MIRAGE e o F-5 da FAB, ou em aviões de manobras como o TUCANO da esquadrilha da fumaça. Essa força vem da função originada pela variação da velocidade vertical do centro de massa, do ângulo de subida e da respectiva variação combinada dos dois (ROCHA et al, 1998).

Os aviões são tão velozes que modificam constantemente sua direção de movimento, assim, o corpo humano, muitas vezes, é submetido a um grave estresse físico, causado pelas constantes variações de movimento. Quando é a velocidade do movimento que é alternada, o efeito é a aceleração linear. Se for na direção do movimento a modificação, o efeito é a aceleração centrífuga (GUYTON, 1992).

A força G pode ser classificada como G positivo e G negativo.

- **G Positivo:** Enquanto o avião está voando em um mesmo plano, a força para baixo, exercida pelo piloto sobre seu assento, é exatamente igual a seu peso. Entretanto, quando começa a sair do mergulho (o avião em descida brusca, começa a subir novamente), ele é comprimido contra seu assento, com muito mais força do que seu peso, devido à força centrífuga. No ponto mais alto do mergulho, a força de tração da gravidade pode chegar de 6 a 10 vezes maior do que em solo (6 a 10 Gs). Esse efeito é conhecido como *aceleração centrífuga positiva* (GUYTON, 1992).
- **G Negativo:** Quando um avião inicia um mergulho, o avião muda de um voo plano para uma direção descendente, o que empurra o piloto contra seu cinto de segurança. Nessas condições, ele não está exercendo nenhuma força contra seu assento, mas, pelo contrário, está sendo seguro por seu cinto de segurança, uma força que pode chegar a mais de três vezes o seu peso (-3Gs). Esse efeito é chamado de *aceleração centrífuga negativa* (GUYTON, 1992).

Boyer (1990) escreve que um dos principais problemas encontrados nas exposições do ser humano a grandes acelerações da gravidade, é o fenômeno conhecido como G'Loc, abreviatura do termo inglês "G-Induced Loss Of Consciousness", perda de consciência induzida por G's. A letra 'G' representa aqui a aceleração a que se está sujeito, por exemplo 1G é o que sentimos enquanto estamos de pé sobre o solo, ou 2G numa volta com empranhamento de 60 graus. Os G's podem

ser positivos se forem sentidos no sentido ascendente (na direção da cabeça) ou negativos se forem sentidos na direção dos pés .

Este autor indica que o problema do G'Loc (G-Induced Loss Of Consciousness) tem ocorrido com maior frequência desde meados do fim da década de 70, de lá para cá, os sistemas de computação tem mantido os aviões de caça instáveis, sob controle, com muito mais facilidade, permitindo assim que se ultrapasse com facilidade os 7,33 Gs até então aceitos como limite padrão de aceleração centrífuga. Além das aeronaves atingirem valores próximos ou superiores a 9Gs com frequência, descobriu-se também que as aeronaves alcançavam estes valores em um tempo surpreendentemente baixo, tornando ainda mais críticos os efeitos do G'Loc.

Boyer ainda cita que logo que os G's aumentam, o piloto sente o seu peso aumentar. O assento faz cada vez mais força contra o seu corpo e os movimentos da cabeça e dos braços tornam-se lentos e difíceis. Se os G's aumentarem de forma gradual, a próxima sensação que os pilotos terão poderá ser a visão enevoada que será mais acentuada na periferia do campo de visão. Este fenômeno é chamado na aviação de "Greyout" e deve-se à diminuição da quantidade de sangue que chega aos olhos. E a sensação, que o sujeito tem causada por G's positivos, é como se estivesse olhando o mundo através de um túnel escuro. No caso de G's negativos excessivos pode ocorrer o "Redout", onde há perda de visão e o sujeito só consegue ver em tons avermelhados.

Finalmente conclui este autor que a visão começa por se deteriorar logo assim que se inicia a manobra, mas quando o piloto começa a notar algum "tunelamento" já perdeu cerca de 75% do campo visual e, se os G's continuarem a aumentar, poderá seguir-se "Blackout". O "Blackout" é a perda completa da visão devido ao fato de nenhum sangue chegar aos olhos. Se os G's continuarem a aumentar para além da tolerância do piloto haverá perda de consciência prontamente. Essa perda de consciência poderá estar associada a movimentos flatulentos da cabeça e dos braços, e se os G's se mantiverem elevados teoricamente a morte cerebral poderá ocorrer. Porém o que normalmente acontece é que os G's diminuem depois do início do G'Loc. Assim que o G retorna a +1G o piloto mantém-se inconsciente, normalmente por um período de cerca de 15 segundos, e depois retoma a consciência. Durante este acordar, á volta de 15-30 segundos de duração, há muitas vezes extrema confusão. E ainda, segundo Boyer, após uma experiência de G'Loc, uma série de respostas fisiológicas poderão ocorrer, tais como:

- Desorientação,
- Ansiedade,
- Medo,
- Vergonha,
- Uma atitude derrotista (BOYER, 1990).

Além dos efeitos do “G’ Loc” e das subseqüentes alterações de visão e de consciência, a aceleração da gravidade também atua na redistribuição do fluxo sanguíneo pulmonar. Estudos realizados com porcos dentro de aviões submetidos em até 3Gs comprovam as alterações da redistribuição do fluxo sanguíneo pulmonar (HLASTALA, 1998).

As exigências fisiológicas nas grandes altitudes

O maior problema na fisiologia do piloto de avião é a pressão parcial progressivamente decrescente do oxigênio do ar, à medida que se ascende a altitudes cada vez maiores (GUYTON, 1992).

Ao subir a grandes altitudes, o sujeito pode sentir uma série de distúrbios, que se tornam mais acentuadas a partir dos 3000m (10000ft). Os sintomas mais comuns são dificuldade de respirar, taquicardias freqüentes (freqüências maiores que 100 bpm), mal-estar generalizado, dores de cabeça, náuseas, vômito, insônia etc. Esses efeitos se devem essencialmente à diminuição da pressão atmosférica, o que é conseqüência da diminuição da densidade do ar. Aos 5000m de altitude a pressão parcial de O₂ é aproximadamente a metade da pressão parcial ao nível do mar. Ou seja, só existe metade da quantidade de O₂ com relação ao nível do mar (BENEDEK & VILLARS, 1994).

Todos os problemas da baixa pressão barométrica nas altitudes elevadas podem ser evitados se a aeronave for pressurizada. A maioria das aeronaves comerciais conta com este dispositivo. O maior problema das cabines pressurizadas vem da descompressão explosiva, que ocorre quando o equipamento de pressurização sofre algum dano ou avaria, submetendo bruscamente os sujeitos de dentro desta aeronave as exigências do ar rarefeito das grandes altitudes. Isto pode fazer com que todos os indivíduos do interior do aparelho percam a consciência em questão de poucos segundos (GUYTON, 1992).

Qualitativamente, pode-se resumir as mudanças funcionais com a altitude, para um indivíduo saudável, normal e não treinado, da seguinte forma:

- Abaixo de 3000 m: não existem efeitos detectáveis no desempenho da respiração, e o ritmo cardíaco, em geral, não se altera;
- Entre 3000 e 4600 m: região de "hipóxia compensada" em que aparece um pequeno aumento nos ritmos cardíaco e respiratório, e uma pequena perda de eficiência na execução de tarefas complexas;

- Entre 4600 e 6100 m: mudanças dramáticas começam a ocorrer. As frequências respiratória e cardíaca aumentam drasticamente; pode aparecer a perda de julgamento crítico e controle muscular, e também entorpecimento dos sentidos. Estados emocionais podem variar desde a letargia até grandes excitações com euforia ou mesmo com alucinações. Esse é o estado de "hipoxia manifesta";
- Entre 6100 e 7600 m: Essa é a região de "hipóxia crítica". Os sintomas são perda rápida do controle neuromuscular, da consciência seguida de parada respiratória, e finalmente morte.

Esses vários sintomas foram verificados na ascensão do balão "Zenith", em 15 de abril de 1875, na França, o mesmo chegou a atingir 8600m de altitude, nesta ocasião morreram dois dos três membros da expedição. Apesar de estarem incluídos nos equipamentos do balão reservatórios de gás contendo 70% de oxigênio, a hipóxia provocou a redução do senso crítico de seus tripulantes, não permitindo o uso do oxigênio quando isso se fez necessário (BENEDEK & VILLARS, 1994). À medida que subimos mais alto na atmosfera a densidade e a pressão do ar diminuem. A descida da pressão é tal que a 5400 metros a pressão é cerca de metade do que a sentida ao nível do mar e a 9900 metros é de 1/4. Esta redução de pressão devido ao aumento da altitude provoca o problema da expansão dos gases nas cavidades corporais (HAINES, 1990).

Segundo a lei dos gases, um gás que sofre uma diminuição de pressão irá expandir o seu volume (se a massa e temperatura se mantiverem constantes). No corpo humano existem várias cavidades ocas preenchidas por gases. Isto não constitui um problema quando essas bolsas se comunicam diretamente com o exterior (como na boca, no nariz e até certo ponto nos seios da face e no ouvido médio). O gás simplesmente expande e escapa para o exterior. O problema surge quando o gás não encontra uma comunicação com o meio externo. A expansão desses gases causará aumento da pressão nas paredes da cavidade em questão, o que pode causar desconforto, dor, ou até mesmo impedir o funcionamento do órgão em questão. Os efeitos da expansão dos gases no corpo serão considerados individualmente a seguir.

Decolagens noturnas e o problema de ilusão do falso subir

Muitos pilotos relatam a ocorrência de ilusões de falsa subida ou de ilusões na aproximação com a pista em pouso. Alguns aviões foram destruídos, e muitos pilotos e seus passageiros morreram devido à ilusão da falsa subida. Ao contrário das ilusões na aproximação e pouso, que raramente causam mais do que um mau pouso ou uma aproximação defeituosa. A ilusão da falsa subida é um exemplo clássico das limitações dos nossos sentidos especialmente a visão, o equilíbrio e o tato durante o voo. Esta ilusão ocorre quando o sistema vestibular fornece informações errôneas

ao cérebro e não feedback suficiente por parte do sistema ótico para corrigir esse erro (KENTH, 1992).

As células sensoriais numa posição neutra

Para entender a ilusão da falsa subida temos de entender o funcionamento do sistema de equilíbrio do nosso ouvido, o Sistema Vestibular. Existem três canais semicirculares em cada ouvido, um horizontal, um vertical e um frontal. Cada canal contém pequenos cristais (os otólitos) que ao passarem contra as células nervosas dão ao cérebro informação relativa à posição da cabeça (KENTH, 1992).

As células nervosas quando a cabeça está inclinada

Quando a cabeça está inclinada, a gravidade atua nos cristais que fazem com que os pêlos sensores se inclinem e estimulem as células nervosas. As células nervosas enviam então os impulsos nervosos ao cérebro que utilizam as informações dos sensores para calcular a posição da cabeça. Esse processo é muito rápido e ocorre com frequência e sem esforço consciente. Esse processo garante o nosso equilíbrio e é de um modo geral muito eficiente. O sistema também se encontra ligado aos olhos e fazem com que estes se mantenham fixos num objeto enquanto a cabeça se move (KENTH, 1992).

Aceleração linear atuando no sistema vestibular sem aceleração da gravidade

O sistema vestibular é também sensível à aceleração em linha reta. É esta influência que leva à ilusão. Como no caso da gravidade a aceleração linear atua nos cristais e faz com que os pelos sensoriais se inclinem. O efeito combinado da aceleração linear e da força da gravidade no sistema vestibular. É esta força resultante que os nervos realmente sentem. A ilusão da falsa subida surge porque o homem evoluiu num ambiente em que a gravidade é a principal força que atua no nosso sistema vestibular.

Estamos habituados a interpretar constantemente sinais indicando a posição da nossa cabeça. Quando outras forças, além da gravidade atuam no nosso corpo, normalmente durante um período curto de tempo, (como quando corremos ou saltamos), o cérebro não utiliza os sinais do sistema vestibular. Na maior parte das atividades do dia-a-dia, o cérebro obtém a maior parte da informação acerca do equilíbrio através dos olhos.

Geralmente a informação dada pelos olhos sobrepõe-se à dada pelos outros órgãos. Na ausência de informações suficientes provenientes dos olhos e, estando na presença de

acelerações adicionais em linha reta, o cérebro pode fazer estimativas erradas acerca da posição da cabeça (KENTH, 1992).

O conjunto da aceleração linear com a aceleração da gravidade pode fazer com que o cérebro tenha a mesma sensação que teria estando parado com a cabeça inclinada. Este é o mecanismo básico por detrás da ilusão, a aceleração em linha reta para frente faz com que o cérebro conclua erroneamente que a cabeça está inclinada para trás (KENTH, 1992).

Agora vamos ver o que se passa durante uma decolagem numa noite escura. Quando a aeronave está alinhada à pista, a gravidade é a única força que atua no sistema vestibular. O cérebro é informado de que a cabeça está neutra e, esta informação é confirmada pela informação visual das luzes de pista e dos edifícios adjacentes, enfim, não existe nenhum conflito (KENTH, 1992).

Uma vez iniciada a decolagem, com o avião em movimento na pista, a aceleração em linha reta começa a atuar no sistema vestibular em conjunção com a força da gravidade, fazendo com que este informe incorretamente o cérebro de que a cabeça está inclinada para trás. No entanto, durante a decolagem, o piloto ainda é capaz de ver as luzes de pista, então apesar de existir conflito entre a informação visual e a informação passada pelo sistema vestibular, esta última sobrepõe-se e não ocorre a ilusão.

Porém, quando o avião decola, a situação altera-se de forma dramática visto que o piloto deixa de ver as luzes de pista. A gravidade continua a atuar para baixo e a aceleração linear, pode até ter aumentado um pouco quando a aeronave levantou o nariz do solo. A força resultante que atua no sistema vestibular informa o cérebro que a cabeça está ainda mais inclinada para trás.

O cérebro sabe, através de sensores nos músculos do pescoço, que este se manteve na mesma posição, deduzindo então que a torção da cabeça se deveu a uma inclinação do avião. Na ausência de informação visual a aceleração do avião em linha reta produz a ilusão de que o nariz do avião se inclinou mais para cima, “a ilusão falsa de subida” (KENTH, 1992).

Caso continue a não haver informação visual, o piloto sente-se tentado a comandar o avião de forma a baixar o nariz, o que fará com que o avião ainda acelere mais em linha reta. Esse aumento de aceleração irá agravar ainda mais a sensação de subida, criando, assim, um ciclo vicioso de correções, que terminarão, na pior das hipóteses, com o choque da aeronave no solo. De fato, os pilotos chegam a pensar que o seu avião está de nariz completamente na vertical ou mesmo invertido, quando, na verdade, a aeronave está prestes a se chocar com o solo (KENTH, 1992).

Outras Considerações

Algumas das exigências fisiológicas são colocadas pelos próprios aviadores. Através da revisão de literatura pudemos verificar o complexo ambiente físico no qual o piloto de avião encontra-se imerso, de onde pode-se verificar a necessidade de maiores estudos nesta área. Sugere-se a realização de estudos específicos para cada tipo de aeronave e posto de trabalho, a fim de contribuir para a diminuição de incidentes originados de causas tão previsíveis, contudo muitas vezes tão pouco estudadas. Deve-se priorizar também que os aviadores tenham acesso a estes estudos em fisiologia e medicina do trabalho, uma vez que alguns componentes de nossa amostra levantaram a necessidade de maiores trabalhos neste sentido, exatamente por não encontrarem literatura científica deste tipo no Brasil.

Um exemplo apresentado por Filho (1999), elucida muito bem esta situação: Um piloto sai de casa no Brasil no final da tarde para assumir um voo que sai no fim da noite de segunda-feira de São Paulo, para a Europa, por exemplo. Na terça, chega ao destino, porém, até chegar ao hotel, contado o fuso horário é praticamente a mesma hora que você acordou no Brasil, na segunda-feira. Os comissários internacionais sabem que vão ser obrigados a um descanso intranquilo e que, por não conseguirem dormir, ficam rolando na cama. O relógio biológico fica debilitado em razão do sono e da alimentação irregulares. A consequência é ficar vulnerável a doenças.

O conhecimento das consequências sociais do sofrimento no trabalho modificaria em troca as concepções em matéria de administração, de direção e de gestão de pessoal, e da organização do trabalho? É a pergunta que, surgindo logicamente dessa análise, pode ser colocada, porque nada exclui que se peça algum dia à empresa que se preocupe com suas poluições psíquicas e societárias como, atualmente, se exige dela que administre suas poluições físico-químicas fora de seu próprio espaço (DEJOUR, 1998).

Silva Filho (1999) sobre o trabalho do comissário: As tarefas são repetitivas quando se serve café da manhã, almoço ou jantar a bordo. Normalmente, a tripulação internacional era formada por 12 pessoas foi reduzida pela portaria 179 A/STE de 20 de maio de 2002 do Departamento de Aviação Civil. Este trabalho é feito em equipe. Depois, se reveza, inclusive para descanso.

E prossegue este autor, de acordo com a Convenção Coletiva, no item 48, “os assentos destinados a descanso a bordo dos comissários de voo reclinam até o mesmo ângulo dos destinados aos passageiros da denominada ‘classe executiva’. Quanto à privacidade e à localização desses assentos, serão objetos de estudos por parte das empresas. Observa-se nas aeronaves comerciais que os assentos a que se refere essa cláusula não serão escolhidos entre os que se situarem próximos de toaletes e dos locais a bordo destinados ao preparo e à organização dos serviços de lanches e refeições a bordo.

É muito visível por qualquer passageiro um pouco observador que, na prática, isso não funciona. Os assentos destinados aos comissários para descanso são os da classe econômica e, geralmente, ficam no meio do avião, próximos de um toalete, o que dificulta ainda mais o descanso a bordo. Nem a regulamentação profissional nem a convenção coletiva do trabalho tratam do tempo a ser destinado para o descanso.

A Convenção Coletiva do Trabalho de 2005 prevê, no item 75, “folga de aniversário” para o aeronauta. No entanto, o comissário trabalha feriado, aniversário e fins de semana, segundo os mapas de turnos das empresas de transporte aéreo do Brasil.

Segundo Alexandre Rizzo, piloto da Varig em depoimento ao autor em 2004, ressalta que “Adoecemos por saudade da família, dos amigos, parentes e da pessoa amada. Ficamos sozinhos em nossa profissão. Estamos em um lugar e, em questão de horas, em outro, com cultura, língua e alimentação diferentes”. Esta não é uma queixa relacionada à empresa onde trabalho”, enfatizou este profissional. E continua: “É uma observação sobre o ônus natural desta profissão de Aeronauta”.

De acordo com ele, os aeronautas sentem na pele a falta de convívio social. Além do medo de acidentes, de turbulência, tempestade e pane elétrica, o aviador sabe que sua profissão expõe os profissionais a doenças constantes .

3.3.2- Visão e ilusão visual

Considerações sobre a fase mais crítica do voo: o pouso.

Descritivo dos eventos que antecedem o pouso e da visão da pista de pouso pelo cockpit : O piloto gasta, em média, 5 segundos para se adaptar ao novo campo visual (de dentro das nuvens onde estava e onde só olhava os instrumentos e agora tem que olhar para fora). Agora precisa configurar seu avião para pouso e reduzir a velocidade para tocar o solo. Restam-lhe, então, 22 segundos para descer de 150 metros até a pista, o que acarreta uma descida de sete metros por segundo até o toque. Nos momentos que antecedem o toque, o aparelho está em uma descida rápida. Isto é um verdadeiro mergulho. Tudo isto significa que este cenário é incompatível com a velocidade dos jatos atuais. Adicione-se a este espaço postos de pilotagem mal dimensionadas, aparelhos com leitura ruim, chuva, obstáculos e turbulência e está formado o quadro com os ingredientes que podem resultar em um acidente. Vê-se na figura 41 a visão da pista pelo parabrisa do Boeing 777 da Singapore AirLines. Assim, para administrar esta “queda-controlada”, é necessário muita atenção e competência em situação de boa visibilidade. O avião desce rápido e qualquer obstáculo, mesmo o choque com solo pode implicar em destruição do aparelho e morte dos ocupantes. Na descida, estando voando baixo e próximo da pista, a situação é ainda mais crítica devido aos muitos possíveis obstáculos como árvores e elevações. Em condições meteorológicas ruins ou sem visibilidade como a noite, o cenário se complica muito.



Fig.41- A visão da pista na operação de pouso com neblina (foto cedida pelo Cmte Rocky, 2005)

Faz parte da análise do trabalho, correlacionar os aspectos ergonômicos das tarefas com aspectos biológicos referentes a ciclo cardiano, impacto fisiológico das atividades, construção gradual de fadiga, contexto psicosocial e aeromédico do trabalhador. É comum existir dificuldade de alguns pilotos de baixa estatura em enxergar pelo parabrisa frontal mostrando que nem sempre este foco é considerado em projetos de aeronaves.

Mas estes aspectos antropométricos nem sempre são considerados no projeto de estações de trabalho na aviação, pois os postos de trabalho do aviador, em parte significativa dos aviões, são dimensionados pela estatura média de pilotos, em países usuários da aeronave. Um bom exemplo desta natureza é o uso do caça P-47 (figura 42) por pilotos brasileiros na segunda guerra mundial, que eram pequenos, em média para o assento original do avião (fonte www.americaviation.net/attackbirds/pp47 12/05/2005)



Fig.42- Os aspectos antropométricos são muitas vezes negligenciados como no caça P-47 Thunderbolt utilizado pelo Brasil na Segunda Grande Guerra (foto disponibilizada pelo site www.zenoswarbirdvideos.com/p47 15/05/2005)

A figura 43 apresenta a visão ampla do caça *RED AROW*. Mas nem todos os aviões militares seguem esta linha de conforto para o piloto. Muitas vezes exigências decorrentes da finalidade da aeronave contraria princípios ergonômicos da máquina tipo o caça Stelph b-117 que tem desenho aerodinâmico invisível a radares, dos Estados Unidos que pode ser visto na figura 44a ou a péssima visão do Paulistinha P-56 quando está em terra, devido à roda direcional (bequilha) na cauda visto pousado na figura 44b.



Fig.43- Visão ampla de um cockpit moderno – Red Arrow (disponibilizada pela América Aviation no site www.americaviation.net)



Figs.44a (disponibilizada pela América Aviation no site www.americaviation.net) e 44b (foto do autor)
Visões frontais limitadas do F-117 devido ao formato aerodinâmico e do antigo treinador básico civil Neiva Paulistinha P-56 quando em terra

Um grande problema é a distorção devido a condições meteorológicas. Um efeito é o chamado erro *slope* (parallax) representado na figura 44, onde a pista pode parecer mais próxima causando erro de avaliação de altitude e procedimentos e o avião pode bater na pista com mais força que o recomendado com consequências desastrosas.

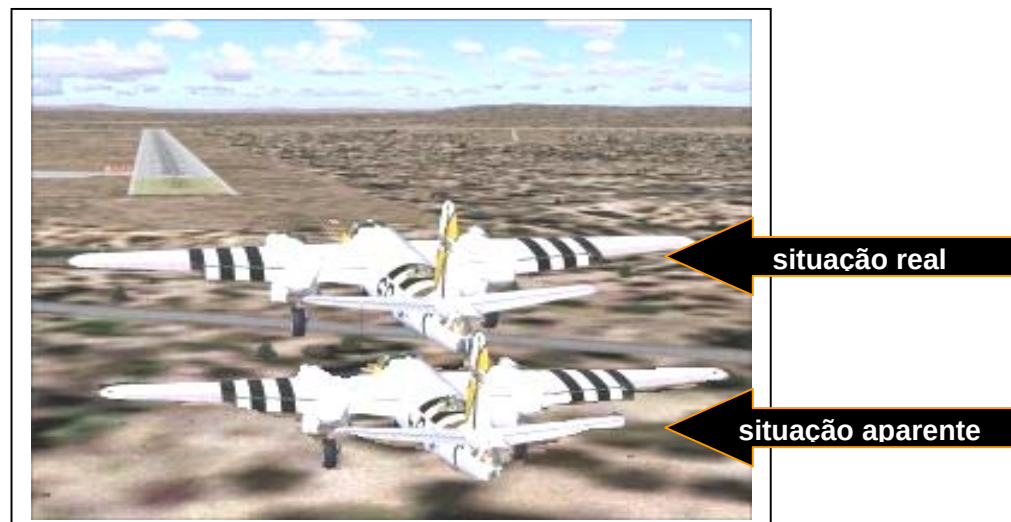
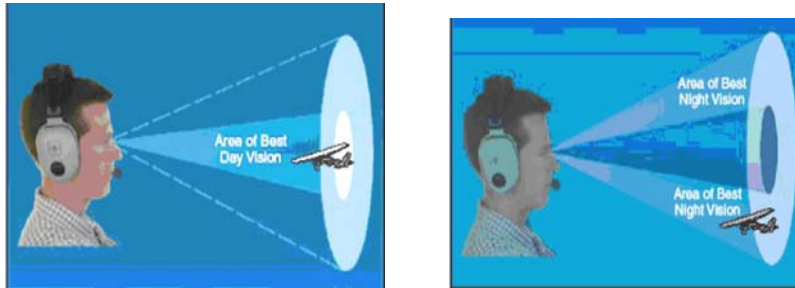


Fig.45- Erro de julgamento no pouso (*parallax - slope*) (figura montada pelo autor)

A própria visão tem características de focos diferentes de dia e de noite. A maneira de 'focar' um objeto ou a pista de pouso em um cockpit também deve ser aprendida pelo piloto. Vê-se na figura 46a e 46b estes tipos de capacidades do olho humano.



Figs. 46a e 46b – Visão noturna (disponibilizado pela [FAA \(www.faa.gov/studies/html\)](http://www.faa.gov/studies/html))

A visão pode falhar. Existe um determinado ponto da visão onde um objeto frontal pode desaparecer se for concentrado o foco em outro ponto de um referenciado, por exemplo, se for concentrado o foco (xis) no outro lado do parabrisa (esquerdo) um avião na parte direita do pára-brisa (direito) pode desaparecer conforme apresenta o desenho da figura 47.



Fig.47 - A visão falha (montagem com foto cedida pelo Cmte Rocky, 2005)

ALGUMAS MEDIDAS DE PROTEÇÃO CONTRA ILUSÕES VISUAIS

Algumas medidas podem ser adotadas para reduzir os efeitos contra a ilusão visual. A primeira é aceitar que estas existem. Outras podem ser aprendidas e entendidas, como:

- Reconhecimento do problema como um fenômeno normal,
- Reconhecimento da vulnerabilidade,
- Tomar decisões relacionadas à altitude sempre apoiadas em instrumental,
- Alertar as tripulações para pistas em locais sabidamente detentores de ilusão visual,
- Certificar aeronaves com boa qualidade de visão e bom material transparente e
- Desenvolver técnicas de aumento de amplitude visual.

3.3.3- Cognição distribuída - Estilos cognitivos, tarefa coletiva

(i) Introdução

Uma tripulação de uma aeronave comercial onde as tarefas são distribuídas. Cada componente deste grupo precisa estar perfeitamente integrado e consciente de sua parte na missão de fazer o avião voar com segurança. Em outros termos, certas informações aparentemente independentes tomam um sentido específico e quando são combinadas correspondem a um conhecimento coletivo, diferente dos conhecimentos de cada indivíduo. A cognição distribuída é um elemento fundamental de estudo porque uma aeronave é conduzida por uma equipe de tripulantes e administrada pelo comandante. A distribuição de tarefas e harmonização do conhecimento aliado à boa liderança são primordiais para a segurança do voo.

Vê-se na figura 48 uma tripulação de um Boeing 767. Cada componente tem uma missão e um conhecimento específico para sua tarefa neste contexto coletivo:



Fig.48- Comandante Rocky e sua tripulação de um Boeing 777 da Singapore AirLines. O conhecimento e as tarefas são distribuídos pelos componentes da equipe (Foto cedida pelo Cmte Rocky, 2005)

(ii) A cabine de voo: um sistema complexo

A aviação é um sistema que envolve uma série de segmentos, tais como: o controle de tráfego aéreo, a infra-estrutura aeroportuária, as telecomunicações aeronáuticas, o suporte operacional das companhias aéreas, etc. Do mesmo modo que o trabalho em geral foi mudando com o passar do tempo, a cabine de voo, ou "*cockpit*", foi, gradativamente, recebendo novos instrumentos

com o objetivo principal de facilitar o trabalho do piloto. O piloto, em seu posto de trabalho e executando suas tarefas de voar o avião, necessita manter uma relação harmoniosa com a sua aeronave, seus auxiliares de voo (co-piloto e engenheiro de voo, em alguns casos, como nas figuras 49a e 49b) e os diferentes segmentos do sistema de aviação.



Figs. 49a e 49 b- Antigo cockpit ainda com posto de engenheiro de voo (Super Constellation) e o novo Boeing 777- Apenas pilotos e computadores controlando a aeronave (fotos disponibilizadas pela America Aviation www.americaviation.net)

De uma forma bem simplificada, as tarefas do piloto, até bem pouco tempo, eram: voar (controlar a aeronave), navegar (dirigir a aeronave de sua origem até o seu destino) e comunicar (fornecer dados, fazer solicitações, receber instruções e informações).

Mais recentemente, levando-se em consideração a grande quantidade de recursos disponíveis, uma outra tarefa foi acrescentada ao seu trabalho: o gerenciamento. A principal característica de todas essas tarefas reside no fato de que os seus desenvolvimentos ocorrem dentro de um ambiente de alta dinamicidade.

Os requisitos perceptuais e as exigências cognitivas são consideráveis. Muitas das informações necessárias ao piloto devem ser sintetizadas a partir de uma grande quantidade de dados, alguns muito ambíguos em certas circunstâncias.

Neste sentido, é que a aviação, de modo amplo, e a cabine de voo, do ponto de vista mais restrito, podem ser denominadas como sistemas complexos. Na busca de uma melhor compreensão da relação entre o operador e a máquina, no caso da aviação, entre o piloto e o avião, que, considerando os crescentes avanços tecnológicos deste último, constitui-se hoje em uma relação de extrema complexidade, é que se optou por estudar a questão cognitiva que permeia esta relação.

No contexto da aviação, o trabalho dos pilotos, dependendo do enfoque que se quer tratar, pode envolver desde suas relações com seu empregador, com seus companheiros dentro e fora do avião, até mesmo as tarefas desenvolvidas fora do avião ou dentro dele, entre outros aspectos.

(iii) A cognição humana

Em linhas gerais, a cognição humana refere-se aos processos mentais envolvidos com o pensamento e a sua utilização. É uma área de interesse multidisciplinar que abrange a psicologia cognitiva, a psicobiologia, a filosofia, a antropologia, a lingüística e a inteligência artificial, como um meio de melhor compreender como as pessoas percebem, aprendem, recordam e ponderam a informação, ou seja, aqueles que se dedicam ao cognitivismo acreditam que o estudo da maneira como as pessoas pensam levará a um amplo entendimento sobre grande parte do comportamento humano (STERNBERG, 2000).

A cognição não se apresenta como uma entidade isolada, sendo constituída por uma série de outros componentes, tais como: as imagens mentais, a atenção, a consciência, a percepção, a memória, a linguagem, a resolução de problemas, a criatividade, a tomada de decisões, o raciocínio, as mudanças cognitivas durante o desenvolvimento ao longo da vida, a inteligência humana, a inteligência artificial e vários outros aspectos do pensamento humano (STERNBERG 2000).

Segundo Green et al.(1993), a tarefa de voar uma aeronave envolve observação e reação a eventos que têm lugar dentro da cabine de vôo e no ambiente externo à aeronave. É requerido do piloto o uso de informações que ele percebe para tomar decisões e ações que garantam o caminho seguro da aeronave o tempo todo. Deste modo, a plena utilização dos processos cognitivos torna-se preponderante para que um piloto possa realizar com pleno êxito a tarefa de voar “o mais pesado que o ar”.

Com o advento da inserção de artefatos automatizados na cabine de vôo que, além de auxiliar o piloto na tarefa de controlar a aeronave, fornecem uma grande quantidade de informações que devem ser processadas em um espaço de tempo muito curto, levando-se em conta a rapidez com que as mudanças ocorrem, torna-se extremamente necessária uma abordagem que não contemple unicamente o ser humano na sua individualidade, mas, ao contrário, observe a sua cognição em relação com todos esses artefatos e demais atores que compartilham esse espaço de trabalho.

(iv) A cognição distribuída

Historicamente, a ciência cognitiva tem estudado o pensamento humano objetivando melhor compreender os mecanismos mentais que formam a base da habilidade humana de processar a informação transformando-a em elementos simbólicos com significado. Entretanto, as atividades humanas, principalmente as de trabalho, não acontecem isoladas do ambiente que as circundam. Elas têm lugar e estão inseridas em um contexto social e tecnológico, em alguns casos, de extrema complexidade.

Para melhor compreender estas relações surge a noção de Cognição Distribuída. Ela tenta fornecer uma explicação que vai além do ser humano individual, visando conceituar a cognição como incorporada e situada dentro de um contexto no qual ela ocorre e explicar como as estruturas que tornam o sistema funcional estão coordenadas (ROGER & ELLIS, 1994).

Estes autores indicam que Cognição distribuída é uma estrutura teórica e metodológica desenvolvida por Hutchins e seus colaboradores na Universidade da Califórnia, San Diego, para explicar atividades cognitivas como personificadas e situadas dentro de contextos de trabalho nos quais elas ocorrem.

Esta abordagem apresenta uma estrutura que busca analisar as atividades complexas de trabalho e socialmente distribuídas das quais a diversidade de artefatos tecnológicos e outras ferramentas são partes indispensáveis. Visa um conhecimento aprofundado do local de trabalho, através da permanência do pesquisador por um tempo determinando no ambiente, analisando os problemas com a tecnologia existente e práticas de trabalho que necessitam ser reprojatadas para apoiar e aumentar a colaboração e coordenação das atividades de trabalho (ROGERS & ELLIS, 1994).

Sob este aspecto, as atividades de trabalho são vistas como interligadas, fugindo da concepção convencional de cognição individual para uma outra em que as situações de trabalho são vivenciadas de um modo social e compartilhado.

Esta forma de abordagem “focaliza a atividade humana em termos de processo atuando sobre representações dentro da cabeça do ator individual, aplicando os mesmos conceitos cognitivos, mas desta vez, nas interações entre um número de atores humanos e equipamentos tecnológicos de uma dada atividade” (ROGERS, 1997). O sistema sóciotécnico descrito na cognição distribuída é caracterizado por uma coleção de indivíduos, artefatos e as relações entre eles no cenário ambiental no qual eles estão situados (DECORTIS et al., 2002).

As ferramentas que representam, armazenam e processam a informação foram definidas por Norman (1991) como artefatos cognitivos, os quais não modificam o poder computacional da mente humana, ao contrário modificam o conteúdo do conhecimento envolvido no processo de elaboração.

A atividade desenvolvida pelo piloto na cabine de uma aeronave, ambiente de alta complexidade e dinamismo, tem como principal característica o compartilhamento das informações advindas dos diferentes artefatos com os demais membros da tripulação (co-piloto e engenheiro de voo, em alguns equipamentos) e com outros segmentos que favorecem a realização do voo, a saber, pessoal de manutenção, de tráfego aéreo, de despacho de passageiros, de infra-estrutura aeroportuária entre outros.

(v) A cabine de voo do ponto de vista da cognição distribuída

Ribeiro (2003) apresentou um estudo sobre a distribuição de tarefas e os aspectos cognitivos correlatos em estudo da aeronave Embraer 120- Brasília. Esta autora enfoca o estabelecimento da relação entre as atividades desenvolvidas no interior de uma cabine de voo e os pontos que caracterizam a abordagem da Cognição Distribuída. Ela descreve que para a análise, utilizou o relato de dois pilotos acerca de um cenário realizado em simulador, no qual se estava buscando uma compreensão sobre os diferentes tipos de carga de trabalho que envolviam algumas tarefas propostas, por ocasião da coleta de dados referente ao estudo.

Este cenário foi trabalhado no simulador que representa o Embraer 120– “Brasília”). O Brasília é um avião turbo hélice pressurizado para 30 passageiros, e é usado em linhas aéreas regionais. O projeto foi lançado em abril de 1980, e o primeiro protótipo voou em julho de 1982 e pode ser visto na figura 50.



Fig.50: Aeronave Embraer 120 “Brasília”. (foto disponibilizada por www.embraer.com.br)

Descreve Ribeiro, que o EMB120 “Brasília” é uma aeronave ainda com poucos recursos de automação, possuindo basicamente o Piloto Automático (PA) e o Diretor de Voo (DV). O Diretor de Voo - DV (Figura 51) é um instrumento mostrado no horizonte artificial do piloto

(indicador de atitude da aeronave), localizado no campo principal de visão do piloto, no painel central.

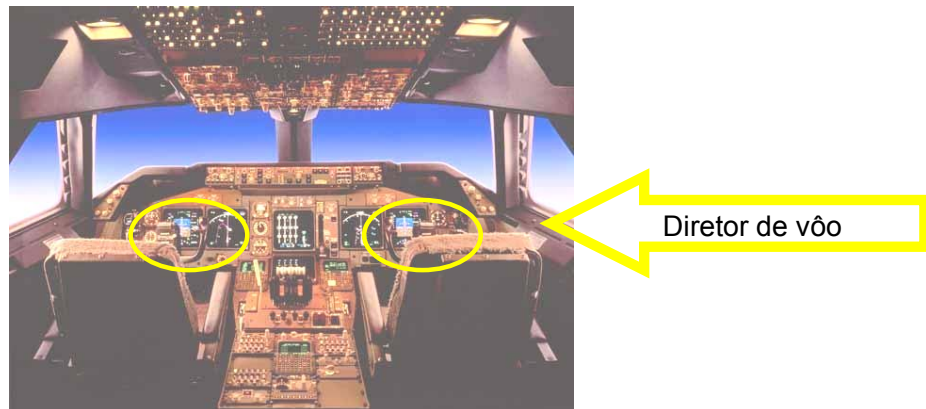


Fig.51- Representação do painel do Boeing 747 com os DV em destaque.
(Foto disponibilizada por América Aviation <http://www.americaviation.net>)

A finalidade do DV é dar orientações de pilotagem ao piloto. A missão do piloto é encaixar o símbolo da atitude da aeronave (em formato de “V”) no DV, seguindo então as ordens de pilotagem e conseguindo fazer com que a aeronave cumpra a trajetória desejada e planejada, representada pelo DV. O cenário introduzido no simulador foi uma aproximação ILS bimotor, usando o Diretor de Voo – DV. Ela tinha início com a aeronave alinhada com a pista, em procedimento de aproximação para o pouso, a uma altitude 4000 pés e uma distância de 10 milhas. O piloto deveria executar uma aproximação bimotor, seguindo as orientações do DV, em condições IFR, com um teto de visibilidade de 200 pés, sem neblina na pista (“fog”). Ela seria considerada finalizada após a parada da aeronave na pista.

Conforme prossegue Ribeiro (2003), do ponto de vista cognitivo, a principal atividade desenvolvida por ambas as posições é o que se chama de monitoramento. Embora esta atividade apresente-se como sendo um “acompanhamento dos parâmetros de voo”, na verdade, observou-se que outros processos mentais incluídos no ciclo de processamento da informação também foram reportados, deixando claro que tal atividade envolve uma série de outras funções cognitivas, entre as quais: a atenção, a identificação, a memória, a interpretação, o raciocínio, a antecipação e a tomada de decisão.

As interfaces presentes nos sistemas fornecerão indicações ao operador que, em função do seu estado interno, desenvolverá representações destes conduzindo a um tratamento das informações e conseqüente tomada de decisão (RASMUSSEN & LIND, 1981 apud RIBEIRO 2002) de acordo com estas representações. Ribeiro, como parte de sua avaliação desta aeronave, cita a seguinte declaração coletada de um piloto: “Acho que a carga de trabalho é baixa demais, na minha opinião deixando o nível de alerta também baixo.”.

A natureza distribuída da informação que pode ser captada nos diferentes artefatos, bem como nos manuais, *checklists*, comunicações e no próprio saber dos tripulantes reforçam esta característica de complexidade deste ambiente (PAVARD & DUGDALE, 2003 apud RIBEIRO (2003)). Cada um dos tripulantes presentes na cabine faz uso de seus aparelhos individuais para minimizar os efeitos dessa característica. Outra declaração de piloto segundo Ribeiro: (“O ‘*check list*’ nessa fase de aproximação não é e não deve ser extenso...”). Entretanto, a tarefa não se dá de uma forma isolada, onde cada um tem seu papel definido pelas posições que ocupam e realizam suas atividades estanques.

Segundo Roger & Ellis (1994), dentro deste espaço sóciotécnico também pode (e deve) ser encontrado um compartilhamento de seus estados representacionais internos e dos artefatos de comunicação externa (meios de comunicação) no qual o conhecimento necessário é transmitido e propagado neste espaço (“... é uma exigência pessoal de manter o nível de atenção alto...”). Em primeiro lugar, isso significa dizer que o espaço de trabalho da cabine de voo (contexto) caracteriza-se como um “sistema cognitivo distribuído” composto por dois atores (PF-(piloto em comando, voando a aeronave) e PNF-(piloto não voando a aeronave), pelos artefatos que estão fazendo parte da própria cabine e pelas interações existentes dentro do sistema (entre pilotos, entre os pilotos e os artefatos, entre eles e os outros órgãos, como o tráfego aéreo, a companhia etc). Este espaço possui um “horizonte de observação”, no qual cada um dos atores (pilotos) pode monitorar tudo o que está acontecendo, inclusive a tarefa desempenhada pelo outro, evidenciando a parte da tarefa que pode ser vista e ouvida por cada membro da equipe -).

PF – *“Eu acho que aqui um pouco de raciocínio para saber o que fazer, de estar monitorando esses parâmetros de atitude do avião, a trajetória do avião e ao mesmo tempo a velocidade, e tentar dosar essas correções.”*

PNF – *“As atividades do PNF, monitoramento de parâmetro, monitoramento de performance, de velocidade, funções de trem e flap, fonia, execução de checklist, auxílio ao PF e coordenação.”.*
(PF- PILOT FLYING (piloto em comando, voando a aeronave) PNF- PILOT NOT FLYING (piloto que não está voando a aeronave)

Isto facilita o “conhecimento compartilhado da tarefa” já que as informações necessárias para completar com êxito as atividades estão distribuídas em diferentes partes do ambiente, podendo ser captadas por qualquer um dos pilotos tendo em vista a “trajetória não determinada da informação”. Finalmente, considerando que ambos os pilotos, por fazerem parte de uma comunidade de prática profissional complexa, possuem um considerável conhecimento anterior de como as coisas devem

funcionar dentro desse espaço de trabalho, no desenrolar da realização das atividades eles usam estes conhecimentos compartilhados como um recurso para executar a tarefa e solucionar os problemas que venham a ocorrer, utilizando comportamentos, algumas vezes, que vão além do significado literal pronunciado (“... o nível de alerta alto para ajudar o PF, se houver necessidade”). Esta característica denomina-se “compreensão intersubjetiva”.

(vi) Considerações sobre cognição distribuída

E finaliza Ribeiro, que, com base nessas noções, a cabine de voo pode ser vista como um sistema no qual os principais conceitos desenvolvidos pela teoria da Cognição Distribuída podem ser encontrados. Deve-se atentar que as funções desempenhadas no *cockpit*, embora apresentem um caráter individual, acontecem em sincronia no grupo de cabine, caracterizando este espaço de trabalho como socialmente distribuído.

Ao mesmo tempo em que cada elemento do sistema social utiliza-se de seu aparelho individual cognitivo para a captação e processamento das informações que estão dinamicamente fluindo dentro da cabine, também compartilha as expectativas formadas a partir dos dados obtidos e os significados dos comportamentos não verbais que naturalmente surgem no desenrolar das atividades.

Deste modo, pode-se considerar que a atividade aérea reveste-se da possibilidade de compartilhamento também dos processos para a resolução dos problemas e conseqüente tomada de decisão, o que a classifica como uma atividade em que os mecanismos cognitivos também são socialmente distribuídos.

Notações:

- **ILS – Instrument Landing System** – Sistema de rádionavegação que provê a aeronave de orientação vertical e horizontal antes e durante o pouso e, a partir de certos pontos fixos, indica a distância para o ponto de referência de pouso.
- **Pés** – medida de comprimento indicativa de altitude utilizada na aviação. Um pé corresponde a 30,48 cm.
- **Miles** – medida de comprimento indicativa de distância utilizada na aviação. Uma milha corresponde a 1609 quilômetros.
- **IFR – Instrument Flight Rules** – regras que governam os procedimentos para conduzir voo por instrumento, ou seja, em condições meteorológicas adversas. Também um termo utilizado por pilotos e controladores para indicar um tipo do plano de voo.
- **Teto de visibilidade** – limite de altura em relação ao solo em que é possível se ter visibilidade da pista.

3.3.4- Interfaces – IHM – IHC

(i) Categorização dos Problemas de Interface

Problemas com interfaces são descritos no registro dos acidentes aeronáuticos. Pode-se os encontrar quando estudamos as ações das tripulações, dos técnicos operadores nas torres de controle, dos responsáveis pela manutenção de aeronaves e pelo pessoal de apoio de terra para carregamento de carga, de movimentação de aeronaves em terra e até mesmo pelo pessoal de limpeza e *catering* (alimentação de bordo).

Segundo Moraes et al (1996), os problemas de interface podem ser divididos em três categorias: problemas de usabilidade, problemas de utilidade e problemas informacionais.

- Usabilidade diz respeito à habilidade do artefato em permitir que o usuário atinja facilmente suas metas de interação com o sistema. Desta forma, problemas de usabilidade estão relacionados com o diálogo da interface. Algumas deficiências deste tipo incluem: incompatibilidade entre produtos, inconsistência, decodificação difícil e estranheza.
- Utilidade diz respeito ao artefato em permitir que o usuário alcance suas metas fundamentais. Os problemas de utilidade estão relacionados às características funcionais do sistema, como por exemplo: incompatibilidade com o usuário, incompatibilidade com a tarefa, tecnologia não funcional, incompatibilidade na navegação(no caso de sistemas computadorizados) e sobrecarga cognitiva.
- Os problemas informacionais são aqueles relacionados à apresentação da informação, considerando agrupamento e legibilidade dos elementos na tela e o uso de cores para figura e fundo. Problemas deste tipo incluem ocultação da informação, mau desenho de caracteres, espaçamentos deficientes e quantidade de informação apresentada.

Nos cockpits modernos se torna importante a consideração dos fundamentos que levam ao design destas novas estações de trabalho, pois estas se apresentam com displays e controles vinculados a computadores que participam ativamente dos controles destas aeronaves. A figura 52a, 52b e 53 apresentam interfaces moderna e antigas nas gerações do Boeing 737.

O conjunto de processos, diálogos e ações através dos quais o piloto interage é muito diferente nestas interfaces antiga e computadorizada. O aprendizado, ações, reflexos e modelo mental do piloto para controlar estas aeronaves modifica muito. E estas gerações de máquinas convivem muitas vezes em uma mesma empresa aérea.



Figs 52a, 52b e 53- Cockpits diferentes para gerações de uma mesma aeronave
O Boeing 737–100, O Boeing 737-200 e O Boeing-737-nova geração
(Fotos disponibilizadas pelo site <http://www.its.blrdoc.gov/~bing/fs-1037d/>)

(ii) O sistema centrado no usuário

Aeronaves e procedimentos aeronáuticos devem ser projetados tão simples como a tarefa requerida. O projeto deve refletir o aspecto ergonômico e o esforço necessário para minimizar problemas que se agravam como verdadeiras armadilhas para o piloto. Estas armadilhas são dispositivos instalados em aviões que podem acionar despercebidamente pelo piloto, algum comando automático que não foi iniciado pelo próprio piloto e que pode conflitar com alguma ação deste humano.

Por exemplo, o caso do Focker 100 da TAM em São Paulo, Congonhas, onde o sistema computadorizado automático acionou o freio (reverso) enquanto o piloto insistia na decolagem e bloqueio desta ação automática. O resultado foi um acidente com perda total do equipamento e vidas de tripulantes, passageiros e moradores da região do Jabaquara onde caiu o avião.

A segurança do voo será melhor atendida se pilotos bem treinados operarem aeronaves relativamente simples. Os preceitos para “centrar no usuário”, são os seguintes, segundo Moraes (2002):

- Interações entre os usuários e o sistema computadorizado considerando uma tarefa real
- Desempenho do usuário utilizando o sistema;
- Conhecimento das habilidades requeridas para o uso do sistema e seu efeito nas atividades das pessoas;
- Menor ênfase nas características técnicas,
- Maior ênfase à identificação de problemas que os usuários experimentam durante o uso dos sistemas e como resolvê-los.

3.4- Arquitetura e processamento da Informação

3.4.1- Design da informação

A aviação moderna se apresenta como um grandioso exemplo de aplicabilidade da ergonomia informacional em sua plenitude. Os modernos cockpits chamados Glass Cockpits ou EFIS- (*Electronic Flight Instrument System*) exigem toda tecnologia de ponta nos seus designers. Esta necessidade do Humano para compreender, para se adaptar e se incorporar a este novo cenário tem modificado muito a postura e habilidades dos pilotos usuários e de todo pessoal de apoio que coloca e mantém estes artefatos funcionando em segurança. Horn (2000) define design da informação como a arte e ciência de preparar informação para que essa possa ser utilizada por seres humanos com eficiência e eficácia.

Padovani (2005) fornece as seguintes descrições sobre arquitetura e design da informação : O que distingue o design da informação de outras áreas do design são a eficácia e a eficiência no cumprimento do objetivo comunicacional. A gestão da informação na complexa sociedade atual requer sofisticados equipamentos de comunicação e redes computadorizadas que operam em um nível crescente de eficiência e eficácia.

O simples armazenamento de grandes quantidades de informação já não satisfaz as nossas necessidades informacionais. Não necessitamos de mais informação, mas apresentar a informação certa às pessoas certas da forma mais eficaz e eficiente.

São estes os objetivos :

- Desenvolver documentos que sejam compreensíveis, que possam ser encontrados rapidamente e com precisão, e cujo conteúdo seja facilmente traduzido em ações;
- Projetar interações com equipamentos que sejam fáceis, naturais e as mais agradáveis possíveis. Esse objetivo envolve solucionar muitos problemas no design de interfaces humano-computador;
- Auxiliar a orientação das pessoas em espaços tridimensionais com conforto e facilidade—especialmente o espaço urbano, mas também, com os desenvolvimentos mais recentes, espaços virtuais

(i) Quantidade de informação

O sistema deve prover toda informação necessária à realização de cada atividade da tarefa no momento em que ela é realizada. O sistema deve evitar prover informação não relacionada com a tarefa e que desvie a atenção do usuário

(ii) Organização da informação

A informação deve ser estruturada de forma familiar ao usuário, utilizando de preferência categorias e sub-categorias geradas através de técnicas de design participativo. Grupos informacionais distintos devem ser claramente diferenciados (ex: através de técnicas de codificação gráfica).

(iii) Apresentação da informação

Os itens informacionais devem ser diferenciados de acordo com sua hierarquia ou com sua importância para a realização da tarefa. Os enunciados devem ser apresentados em caracteres visíveis, simples e utilizando combinação de cores que facilite a leitura. Os ícones devem ser visíveis/legíveis e compreensíveis ao usuário do sistema informacional. Os textos devem ser legíveis e de fácil leitura (considerando aspectos como entrelinhamento, espaçamento entre palavras, alinhamento, bitola etc).

(iv) Acesso à informação

Toda informação deve aparecer em local visível ao usuário a que se destina (considerando o campo de visão e leitura confortável). O acesso à informação deve ser fácil/ rápido (exs: a estrutura não oculta componentes informacionais, os *links* nos hipertextos bem sinalizados). Segundo Padovani, projetos podem consistir em sistemas inteiramente novos atualização de sistemas/ partes existentes, redesign de um sistema mas antes de qualquer projeto é necessário um entendimento suficiente das interações que existem entre o usuário, o sistema e a tarefa (no contexto) e isso só se consegue através da análise da tarefa. A figura 54 mostra uma nova interface que configura o contexto informacional do piloto em modernos cockpits.



Fig.54- Uma nova apresentação informacional nos postos de trabalho do piloto -O Boeing 777
(Foto cedida pelo piloto Alexandre Rizzo, 2005)

Pode-se ver na figura 54 que as informações para o piloto saem de pequenos displays conectados a computadores e que emulam instrumentos tradicionais como altímetro, velocímetro e indicador de atitude do avião.

Na aviação, o processo de capacitação para controle de uma aeronave e a sustentação da competência continuada do piloto requer grandes conhecimentos dos limites humanos.

Quando este contexto se refere aos sistemas computadorizados dos novos aviões, existe uma grande mudança nos aspectos cognitivos devido ao formato dos parâmetros que chegam ao piloto.

As exigências agora para monitoração e percepção dos sinais informacionais dos tipos de instrumentos exigem do piloto mudanças no modelo mental originalmente desenvolvido por estes profissionais.

As figuras 55a e 55b apresentam o cockpit e foto de uma aeronave de controlabilidade difícil e com um grande número de instrumentos, o grande Boeing B-52



Figs.55a e 55b- O cockpit do B-52 e a aeronave (1964), onde as ações do piloto não exigiam muito sobre conhecimento de computadores, automação e monitoração de atuadores automáticos (foto disponibilizada pelo site www.zenoswarbirdvideos.com/ Stuff.html 15/05/2005)

3.4.1- Referenciais documentados, mapas e design de check-lists

(i) Design de Checklists – situação normal

Segundo descreve Paterson (2000), em situações normais de voo, checklists são melhor contextualizadas como uma “lista de compras” automática situada no topo do painel de controle (abaixo do dispositivo de acionamento do piloto automático). As vantagens são numerosas, donde cita-se as seguintes:

- 1) Uma lista de verificação (*checklist*) é tangível (concreta), intuitiva para operar e de fácil de uso. Coloca-a ligada, coloca-a desligada através de um botão. Se for necessário, itens podem ser facilmente checados fora da sequência prevista. Isto não ocorre com *checklist* eletrônico.
- 2) Uma lista de verificação (*checklist*) deve estar em uma posição onde se possa facilmente observar, quando o piloto precisa se desviar para os instrumentos (*windscreen*), onde os olhos dos pilotos devem olhar na maioria das vezes, e onde permanece apenas dentro da visão periférica de um dos dois pilotos ao voar em instrumentos.

Esta característica é particularmente importante no *taxiing* em áreas terminais congestionadas ou na aproximação de pouso por instrumentos. É virtualmente impossível decolar ou pousar sem concluir o checklist. Durante a verificação, esta lista de verificação deve permanecer dentro do campo de visão dos pilotos ao desviar o olhar dos instrumentos até que o último item desta lista tenha sido verificado.

(ii) Design de checklists – emergenciais- situação anormal

A FAA (Federal Aviation Administration) descreve em um de seus trabalhos em 1996 sobre Fatores Humanos que os checklists para situação de emergência são mais eficientes se localizados perto de cada estação de trabalho da tripulação. Estes checklists devem usar letras grandes projetadas para serem lidos de noite, com pouca luz ou em uma cabina do piloto cheia de fumaça. Todas as ferramentas de emergência devem ser projetadas tão simples como possível. Os itens do checklist para situação anormal devem ser listados em um livro separado posicionado junto de cada estação de trabalho da tripulação. Os dados do desempenho devem estar situados em um guia de referência rápida separada (QR) e ou cartão plastificado. As vantagens dos checklists emergenciais em livros dedicados, plastificados e finos incluem:

- Ferramentas para ação emergencial e específica são fáceis de localizar se estiverem em um livro dedicado e fino; sem nenhuma necessidade navegar em um índice computadorizado para encontrar a ação apropriada (se o sistema alerta de instrumento e de falhas do motor (EICAS) não indicar à tripulação os procedimentos apropriados).
- O checklist pode ser fixado e lido perto dos interruptores e dos controles relevantes do sistema, os quais se situam invariável acima do painel onde está a tela do EICAS (*EMERGENCY INFORMATION FOR CREW ALERT SYSTEM*).
- O checklist pode ser colocado de modo que a visão periférica dos pilotos pode olhar fora do cockpit, fornecendo a referência visual importante ao terreno, tempo, tráfego e atitude etc.

O checklist estará sempre disponível e independente do status do sistema alerta à tripulação (EICAS)

(iii) Design de Checklists- verificação positiva

Um protocolo de verificação positiva e verbal pelo qual o piloto se certifica de que algo ocorreu e então anuncia o fato (e.g. os "spoilers entendidos") apresentam duas (2) vantagens distintas sobre uma verificação silenciosa no caso de ocorrência negativa. As vantagens são:

- O ato de fazer um *callout* (chamada para verificar de forma verbal) positivo transforma-se em um lembrete muito poderoso para a tripulação aérea executar realmente a verificação. As verificações silenciosas tornam-se invariavelmente esquecidas, especial no calor do momento em que as coisas começam a ir errado.
- O *callout* verbal positivo do co-piloto ou do engenheiro de vôo fornece a confirmação ao piloto que a verificação foi executada. A verificação cruzada de todas as ações piloto é fundamental para a gestão do cockpit.

É por estas razões que a maioria das linhas aéreas dispensaram as verificações silenciosas há quase trinta (30) anos e substituiu esta com "o desafio e a resposta" com o checklist confirmado e verbal.

4 - ESTADO DA ARTE NA AVIAÇÃO

4 - ESTADO DA ARTE NA AVIAÇÃO

4.1- Estado da arte na aviação e o posto de trabalho do piloto

Segundo Santos (2001), nos anos 60 ocorreram as mudanças iniciais no tipo de voo que se baseava no controle pleno da aeronave por parte da tripulação, para um voo onde as atividades da tripulação seguem aspectos de supervisão dos seus sistemas de operação, pois contam com o apoio de computadores na maior parte destes sistemas. Isto nos leva a crer que um avião hoje poderia ser mais fácil de operar que os de gerações anteriores, mas apenas sob a ótica de níveis menores de fadiga muscular. As novas aeronaves produzidas hoje contam com sistemas eletrônicos de apoio ao voo (que facilitam a navegação, por exemplo) e não precisam do esforço físico para efetuar manobras na aeronave. A primeira aeronave totalmente servo-assistida para os sistemas de controle de sustentadores (que promovem a contraposição à força da gravidade) e das partes móveis de forma hidráulica e elétrica, foi o Boeing 727 em 1962. Vê-se na figura 56 este avião, o Boeing 727 da Vasp, Brasil .



Fig.56- A precursora aeronave servo-assistida- O Boeing 727 em 1962 (foto do autor)

Os cockpits mais recentes retiram do piloto uma carga de trabalho repetitiva e quantitativa, como:

- Monitoramento dos parâmetros de cada motor
- Monitoramento dos parâmetros de voo (altitude, rumo e velocidade)
- Correção da rota através da potência dos motores e compensadores

Assim a tripulação pode atuar somente quando a capacidade e decisão do ser humano se tornam necessárias, sendo ainda auxiliados pelos computadores que recebem todos os estímulos (ambiente e comportamento da aeronave) e interpretam, classificam e apresentam os resultados de acordo com sua prioridade e/ ou eventualmente programação destes instrumentos. Mas na medida em que esta automação libera a tripulação de atividades repetitivas (e fatigantes), que aumentam a segurança de voo, os deixam num estado de menor atenção e distantes dos mecanismos de voo, podendo os levar a decisões errôneas em um momento de pane (falha de qualquer componente fundamental de voo em quaisquer circunstâncias). A figura 57 mostra que só há um responsável pelo controle da aeronave: a tripulação. É ela que recebe as informações de natureza diversas como resultado das interações da aeronave com o ambiente. Nesta época, todas as informações oriundas dos instrumentos, do meio externo e da própria aeronave confluíam para o piloto que tomava as medidas através da aplicação de comandos na aeronave.

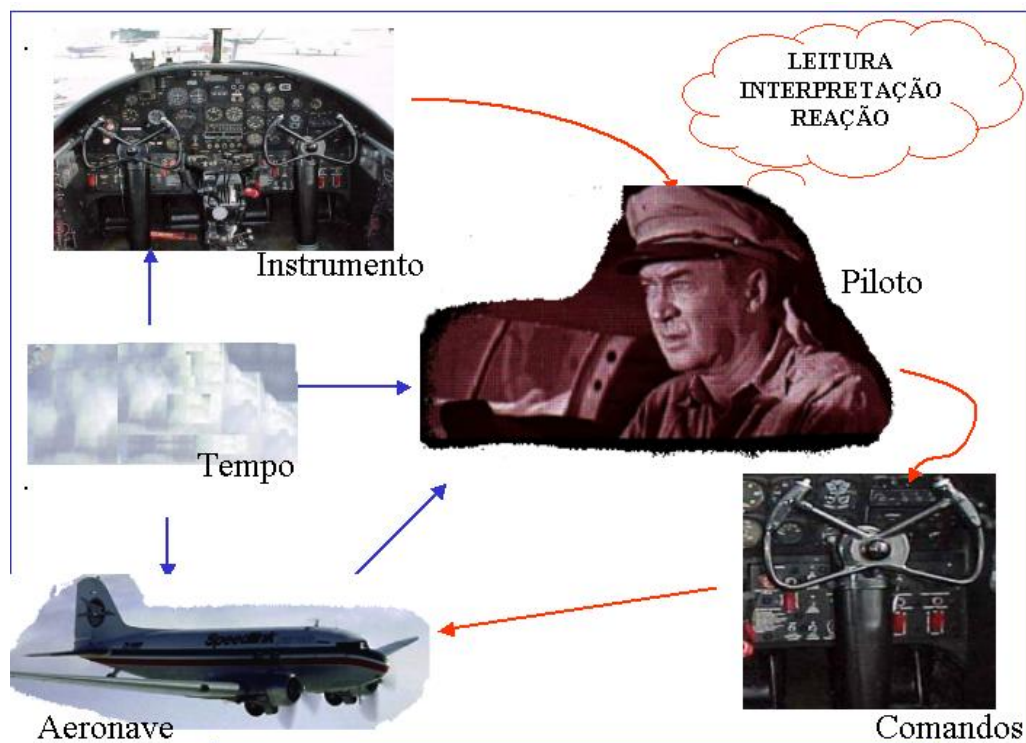


Fig.57- Fluxo de informações em cockpits antigos (baseada na figura de Santos (2001))

Segundo a figura 57, o piloto captura informações de três diferentes origens:

1. **Dos instrumentos-** são aquelas que dizem respeito aos sistemas e aos parâmetros de voo, sendo estas meramente quantitativas.

2. **Do ambiente-** são informações de caráter qualitativo e são utilizadas para o piloto fazer um julgamento das condições atmosféricas
3. **Da aeronave-** são informações de caráter qualitativo e a tripulação baseada em sua experiência e treinamento e das respostas da aeronave a seus movimentos e acionamento de superfícies móveis para alteração da atitude de voo.

É da correta interpretação deste conjunto de informações, sua classificação e ações de comandos corretos, que fazem do voo uma atividade segura. O risco de um acidente é muito dependente da tripulação. O fator humano está nesta configuração, mais exposto a falhas e situações adversas. Na figura 58 vê-se as interações que ocorrem nos modernos cockpits dotados de computadores, entre outros sistemas de apoio à tripulação. Tudo passa pelos computadores antes dos comandos da aeronave serem acionados.

As ações de comando dos pilotos são avaliadas pelos parâmetros programados para certificação de que estes foram corretamente aplicados. Inclusive, as “defesas em profundidade” impedem uma ação “errada” do piloto como a anteriormente referenciada no exemplo do acidente com o Fokker-100 da TAM em São Paulo quando o computador acionou o freio motor na decolagem.

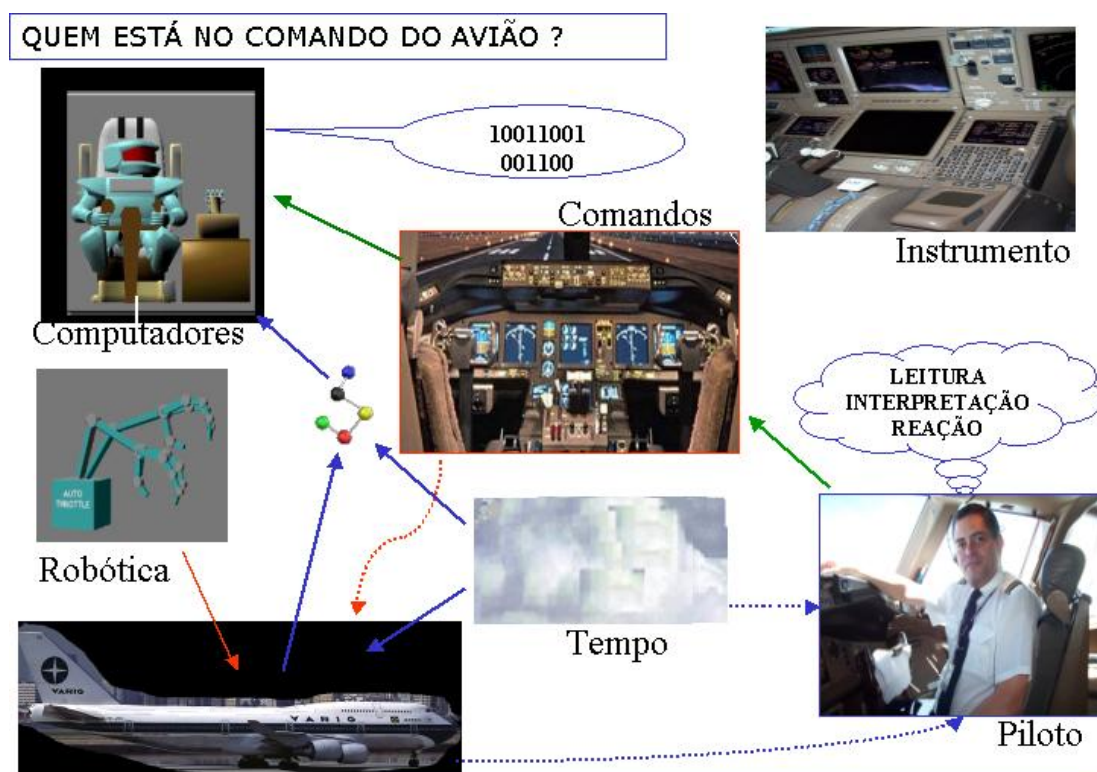


Fig.58- Fluxo de informações em cockpits automatizados (baseada na figura de Santos (2001))

Nas aeronaves automatizadas, se um novo componente é instalado, o computador correspondente aos sensores solidários e ou semânticos estabelece uma nova rede de interrelacionamento entre tripulação e ambiente da aeronave (Santos(2001). As decisões de comandos são, então, redistribuídas entre homem e máquina (computador / aeronave) . Desta forma temos uma simbiose entre capacidades diferentes e complementares no processamento de informações e comando da aeronave.

O grande diferencial está na capacidade do reconhecimento processamento de informações qualitativas do humano, muitas vezes não previstas nos sistemas computadorizados, diferentemente do computador com sua grande capacidade de processar uma grande quantidade de dados muito rápido e precisa.

Mas o computador atuará sempre de acordo com situações previstas nos programas. Estes programas determinam, em instância final, as decisões do computador transpostas para os comandos automatizados da aeronave.

A teoria diz que as duas capacidades diferentes se complementam no processamento das informações. Esta combinação de capacidades do humano e do computador se integra em uma perfeita simbiose para conduzir aeronaves.

Por um lado, afirma Santos (2001), temos o homem com sua inigualável capacidade de reconhecimento de padrões e situações com base em suas experiências e know-how utilizando seu pensamento predominantemente qualitativo. Por outro lado, temos o computador atuando com sua imensa capacidade de leitura e processamento eminentemente quantitativo de dados, fornecendo em curto tempo respostas precisas.

Na figura 58, da página anterior, dentro desta nova situação de automatismo, as informações que chegam à tripulação requerem um tratamento diferente do que foi apresentado no modelo antigo não apoiado por computadores.

As informações que implicam em atuação de comandos da aeronave já não precisam ser classificadas, pois os computadores assumem esta tarefa e tem sua leitura facilitada pelo uso de mostradores ou displays, cabendo à tripulação sua leitura e interpretação, diminuindo o tempo de reação por requerer menor processamento e reação.

Muitas destas informações não influem tanto na tripulação por estarem sendo processadas pelos computadores.

A tripulação compartilha com o computador as responsabilidades inerentes ao voo. Os sistemas automatizados recebem os dados oriundos de todos os sistemas da aeronave, informam à tripulação e enviam outros dados processados referentes ao processo de voo para todos os sistemas de controle.

O esforço muscular por parte das tripulações para comando de partes mecânicas agora são servo-assistidos por sistemas elétricos, hidráulicos e pneumáticos. Apesar de parecer uma solução perfeita, de ter solucionado muitos problemas de operação e aumentado a segurança de voo como um todo, a automação gerou outros problemas.

Comparando os dois modelos de pilotagem apresentados nas figuras 57 (página 131) e 58 (página 132) que mostra no processamento e no caminho do fluxo de informações, pode-se perceber uma distância cada vez maior entre a tripulação e o tratamento das informações que integram o controle da aeronave. Tal distância acarreta riscos à segurança, pois além da tripulação existe agora mais um componente capaz de influir no complexo processo de voo: o próprio computador. Ele é uma grande solução mas também pode ser um grande problema. Seu gerenciamento requer novos procedimentos para controlá-lo.

Com a quantidade de recursos disponíveis para toda a tripulação, em situação de voo cruzeiro, tende-se a deixá-lo em um estado de menor vigilância e atenção. Quando ocorre alguma pane (alguma falha de sistema de controle e informação de voo) o computador avisa e tende a tomar as próprias decisões, já que foi programado para isto. A tripulação que estava em um nível baixo de atenção, agora precisa conhecer a natureza do problema, se comunicar e tomar decisões, no instante em que os computadores já estão agindo e tomando suas ações, nem sempre as mais corretas ou apropriadas para o momento do voo.

Se não houver perfeita interação entre as tripulações com os computadores de bordo, o sistema complexo de voo e controle da aeronave poderá ficar seriamente comprometido. Como por exemplo:

Em fevereiro de 1985, um Boeing 747 voando de Tapei para Los Angeles sobre o Pacífico a 41.000 Ft (pés) , rola inesperadamente para a direita e entra em um mergulho vertical, excedendo o limite de velocidade permitido para a estrutura física da aeronave. A recuperação só ocorre a 9500 Ft. Dois passageiros ficam gravemente feridos. O avião sofreu danos estruturais. A aeronave havia sofrido uma pane e parada no motor 4 durante o voo cruzeiro. Enquanto a tripulação se ocupava em resolver a pane, o jato foi perdendo velocidade. Devido à assimetria de empuxo, o PA (Piloto Automático) começou a defletir os ailerons (superfícies móveis que provocam o giro longitudinal vide figura 59) até o ponto em que a capacidade de controle da aeronave foi excedida e as asas perderam a forma aerodinâmica de voo (perderam a capacidade de sustentação devido aos ailerons estarem excessivamente defletidos automaticamente pelo PA e de modo anormal na tentativa de corrigir a assimetria de empuxo dos motores da aeronave (uma asa com dois motores funcionando e outra somente com um). Como não tinha os comandos do avião nas mãos, o

comandante não percebeu o que estava acontecendo e só pode reagir quando a aeronave perdeu o controle (Branco 1999).

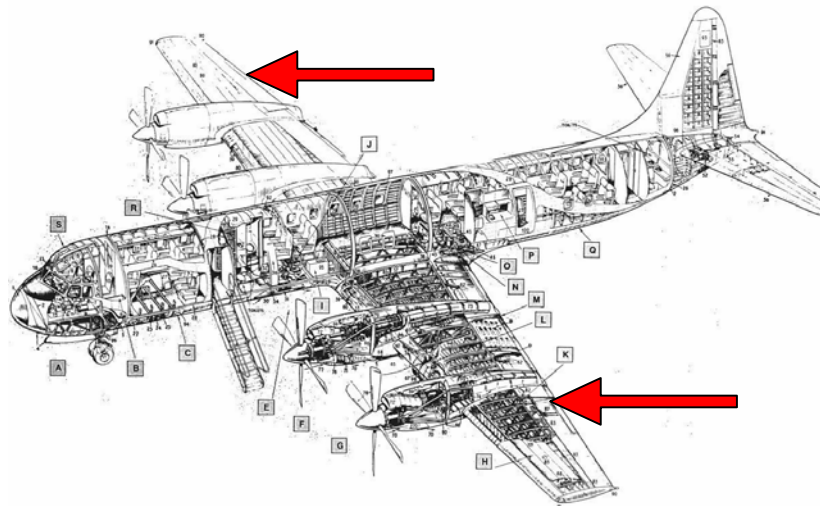


Fig.59– Os ailerons são superfícies móveis que promovem o giro longitudinal da aeronave e auxiliam no alinhamento do avião em voo com o horizonte e com a pista no pouso e na decolagem.
(Foto disponibilizada pelo site America Aviation- www.americaviation.net)

As desvantagens de um cockpit automatizado são poucas em relação às melhorias que foram proporcionadas. Mas é preciso conhecer todo o modelo e uso para capacitar os usuários diretos, corrigir as eventuais falhas de usabilidade, gerenciar as mudanças nas tarefas, determinar as políticas de quando e como utilizar esta automação e nunca se deixar distanciar os reflexos dos pilotos nos procedimentos tradicionais, que poderão ser utilizados nos momentos de falha desta automação.

O piloto da Singapoure Airlines Marco Aurélio Rocha, oriundo do quadro de oficiais da Força Aérea Brasileira e ex-executivo da TAM (Brasil) que trabalhou longo tempo de prevenção de acidentes, enfatiza que aquela empresa que trabalha atualmente estimula os pilotos a praticar em um caríssimo simulador de voo, as falhas de automação e praticarem cada vez mais procedimentos de pilotagem de forma manual (sem qualquer automação) enquanto orientam os pilotos a utilizarem cada vez mais a automação das aeronaves durante seus trabalhos em voo.

Em um cockpit automatizado onde a tripulação pode ser desconsiderada de todo o processo de voo, em uma situação hipotética.

Santos registra que, se um novo componente é instalado, o computador correspondente aos sensores solidários e ou semânticos estabelece uma nova rede de interrelacionamento entre tripulação e ambiente da aeronave.

Ainda, Segundo Santos, somos levados a crer que o ser humano pode ser preterido a favor de um sistema totalmente computadorizado, permitindo que o voo seja feito de uma maneira mais segura e econômica e incorrendo em menores riscos à aeronave pela inexistência da ambigüidade na tomada de decisão.

Mesmo com uma gradativa diminuição nas tarefas prescritas à tripulação, é ela que ainda detém a parte mais significativa de todo o controle e supervisão do processo que envolve relações homem-tarefa-máquina: o aspecto cognitivo. Este ainda não é capaz de ser realizado por máquinas. Somente o homem é capaz de conduzir uma aeronave sob quaisquer condições e assumir o controle quando seus sistemas eletrônicos falharem. É uma possibilidade remota, reforça Santos, e que ainda não foi registrada (falência total dos computadores e dos sistemas de apoio eletrônico), mas que existe e deve ser considerada. Mesmo com os possíveis conflitos existentes entre os computadores e a tripulação, a melhor relação entre eles deve seguir os seguintes princípios:

“Os aviões automatizados podem ser operados manualmente e existem ocasiões onde é melhor não usar automatismos. O segredo está em reconhecer quando a automação está prejudicando e ter a capacidade de selecionar um modo de operação da aeronave mais adequado ou mesmo passar a voo de forma manual” (SILVA FILHO 1999).

“Os sistemas automatizados fornecem aos pilotos uma vasta gama de informações e possibilidades para as quais, os tripulantes têm que estar perfeitamente treinados, sob pena de serem superados e vencidos pelo sistema - uma situação que oferece o permanente risco de ser o elo da cadeia de um incidente ou acidente” (SILVA FILHO 1999).

A serenidade necessária para dirigir uma máquina complexa como uma aeronave, está muito condicionada à confiança neste equipamento, treinamento e boa usabilidade. O problema se agrava com as novas tecnologias, pois devido a nosso poder econômico temos de conviver muito mais tempo com a obsolescência de aeronaves antigas, porém operacionais e com o estado da arte na aviação refletida pela tecnologia emergente imposta nos equipamentos novos. Cita-se a seguir, as conseqüências da evolução tecnológica, constatadas por Branco (1999) como as ironias da automação :

- Tirando as tarefas mais simples do piloto, a automação tende a tornar as tarefas mais complexas ainda mais difíceis porque:
 - o A automação aumenta a carga cognitiva devido ao trabalho permanente de monitoração inerente de observar as mensagens apresentadas pelos computadores,

de bordo que agora compartilham com os pilotos a tarefa de controlar a aeronave automatizada

- o Modificam o formato da tarefa de pilotar que o piloto estruturou em sua mente no aprendizado nas escolas de aviação e que não utilizam aviões automatizados
- Muitos projetistas de sistemas tratam o ser humano como não confiável ou ineficiente. Assim eles deixam para as pessoas tarefas que não puderam ser automatizadas, porque não puderam ser previstas no âmbito do projeto, isto é, as tarefas de maior nível de complexidade;
- Nos sistemas com elevado grau de automação, a tarefa do operador é monitorar o sistema para garantir o funcionamento adequado da automação. Mas é sabido que mesmo as pessoas mais motivadas para o trabalho têm dificuldade em manter um estado de vigilância por longos períodos de tempo. Sendo assim, elas ficam mais propensas a não perceber de imediato as raras falhas da automação.

Segundo o piloto Marco Antonio Rocha, piloto da Singapore Airlines, em depoimento a este autor, no treinamento do Boeing 777, doutrina-se o piloto a usar os seguros sistemas de apoio computadorizados, durante a execução de sua tarefa de pilotar a aeronave durante a maior parte do voo. Estes sistemas automatizados em aeronaves passam a exigir dos pilotos, conhecimentos e habilidades inerentes à operação com computadores. Vê-se na figura 60 o posto de trabalho do piloto do Boeing 767 que mais aparenta uma mesa de operador de computadores.



Fig.60- O moderno posto de trabalho do piloto que mais sugere tarefas de um operador de computador (foto cedida por Alexandre Rizzo, 2004)

Habilidades precisam ser constantemente praticadas de modo a serem preservadas. Como sistemas automáticos falham muito raramente, o operador tem poucas chances de praticar as habilidades que serão exigidas durante uma emergência. Assim os operadores tendem a ficar inábeis justamente para realizar as tarefas que justificam sua existência. E como aponta Branco (1999) a ironia final é que os mais bem sucedidos sistemas automáticos, os que necessitam de raras intervenções dos operadores são aqueles que necessitam de maior investimento para o treinamento. Sob o ponto de vista da ergonomia, os modelos mentais destes usuários, se tornam muito diferentes com o avanço da tecnologia.

Pode-se ver nas figuras 61a e 61b os modelos de cockpits de aviões de combate com processos diferentes de controlabilidade e condutibilidade, exercendo nos pilotos, tarefas de exigibilidades ergonômicas muito distintas e igualmente com graus de participação na pilotagem destas máquinas complexas.



Figs.61a e 61b– A evolução tecnológica dos cockpits
Caça moderno-Tecnologia e caça da segunda guerra-Tradicional
(foto disponibilizada pelo site www.zenoswarbirdvideos.com/ Stuff.html 15/05/2005)

O grande diferencial está na capacidade do reconhecimento e processamento de informações qualitativas, muitas vezes não previstas nos sistemas computadorizados. O computador difere do humano por sua grande capacidade de processar uma grande quantidade de dados e forma muito rápida e precisa. Em princípio, o auxílio automatizado é implantado para prevenir falhas humanas. As desvantagens de um cockpit automatizado são poucas em relação às melhorias que foram proporcionadas. Mas é preciso:

- Conhecer todo o modelo e uso para capacitar os usuários diretos
- Corrigir as eventuais falhas de usabilidade,
- Gerenciar as mudanças nas tarefas,
- Determinar as políticas de quando e como utilizar esta automação e

- Nunca se deixar distanciar os reflexos dos pilotos nos procedimentos tradicionais, que poderão ser utilizados nos momentos de falha desta automação

Os sistemas automatizados, algumas poucas vezes, têm deixado os pilotos em situação de risco por não saberem que atitudes os controles automáticos estão tomando em determinado momento. É importante tratar ergonômicamente o trabalho de tripulação de aeronaves. Segundo foi tratado em um simpósio sobre CRM versando sobre Gerenciamento de equipes na aviação, Jenkins (2004) reforça que são escassos os estudos deste tipo no campo da fisiologia do trabalho, de ergonomia e da usabilidade nas aeronaves em nosso País.

A aviação de transporte apresenta índices de acidentes aeronáuticos acima da média mundial que, entretanto tem plenas condições de melhorar. O problema se agrava com as novas tecnologias, pois devido ao nosso poder econômico temos de conviver muito mais tempo com a obsolescência de aeronaves antigas, porém operacionais. E convive-se também com o estado da arte na aviação refletida pela tecnologia emergente imposta nos equipamentos.

É senso comum que os sistemas automáticos falham muito raramente. Os registros da FAA (1996) indicam que o piloto tem poucas chances de praticar as habilidades que serão exigidas durante uma emergência porque existe excesso de confiança geral nos novos equipamentos e porque os custos são muito altos para suprir uma falha que as empresas de aviação não acreditam que possa ocorrer, principalmente com aeronaves novas que integram modernas tecnologias. Assim os operadores tendem a ficar inábeis justamente para realizar as tarefas que justificam sua existência. Vê-se nas figs.62a e 62b cockpits de duas grandes aeronaves, o Boeing B-52 e o Boeing 777 apresentando profundas alterações na interface humano-máquina.



Figs.62a (Foto disponibilizada pelo site www.americaviation.net) e 62b-(foto cedida por Alexandre Rizzo, 2005)- Cockpits do Boeing B-52 (1962) e do Boeing 777 (2004) – quase meio século de separação e tecnologias

4.2 O Cockpit “de vidro” ('Glass Cockpit')

O “Glass Cockpit” é um eufemismo para *Electronic Flight Instrument System* (EFIS) cockpits - cockpits com sistema de instrumento de voo eletrônico. Utilizam telas e displays de computador para informação de controle de comandos, avisos e informação de voo.

Esta definição também se refere aos cockpits modernos de forma ampla. Está atrelada aos sistemas computadorizados que automatizam parcialmente os controles e comandos da aeronave e edita as informações para o piloto em pequenos displays que emulam os instrumentos analógicos antigos. O termo está aplicado ao sistema como todo.

O Glass Cockpit, enfim, é a ponta do *Iceberg* enquanto automação. Para existirem os vídeos vinculados a sistemas eletrônicos, devem existir computadores nos bastidores

A figura 63 mostra um cockpit enquadrado nesta tecnologia, o novo modelo do Boeing 737.



Fig.63- O Glass cockpit (foto cedida pelo Cmte Rocky, 2005)

As telas de computador estão sendo usadas cada vez mais no avião para substituir instrumentos analógicos e mecânicos porque:

- São mais baratos para produzir e, segundo os fabricantes, são mais confiáveis e precisos do que aqueles instrumentos mecânicos;
- Mais informações podem ser apresentadas;
- Tem recursos para uma maior amplitude no modo que a informação pode ser apresentada à tripulação.

Mas pode-se citar dois aspectos negativos e imediatos do EFIS :

- 1) Está incentivando designers do cockpit a fornecerem demasiada informação para pilotos para assimilarem a sobrecarga da informação conseqüente da automação. Os projetistas do avião deveriam considerar o que os pilotos necessitam, e não o que os projetistas pensam que os pilotos devam ter.
- 2) Depende fundamentalmente de energia para funcionarem. Se este sistema falhar, todo sistema encerra inclusive, em aeronaves mais modernas que impossibilitam o acionamento de superfícies móveis de comando como ailerons, apresentados na figura 59 da pagina 116..

Vê-se na figura 64 o moderno cockpit do Airbus A-380 onde as alavancas principais de comando (manches) foram substituídos por *sidesticks* semelhantes aos de jogos eletrônicos. Estes aviões também incorporam o conceito discutível (por autores como Alexanderson (2003)) do Paperless cockpit onde os checklists (listas de verificação) foram substituídos por displays.



Fig.64- O cockpit do Airbus A-380 - Glass and Paperless cockpit além dos “Stics” de comando (Foto disponibilizada pelo site America Aviation- www.americaviation.net)

Dispositivos automáticos:

Segundo Sarter et al (1994), uma discussão sobre dispositivos automáticos versa o desagrado dos pilotos, que apontam para a experiência real de não representarem um piloto nestas

aeronaves automatizadas. A maioria de pilotos realmente a aprecia significativamente o voo manual e as respostas que recebem de um avião não apoiado em computadores.

Muitos pilotos não gostam dos aviões da nova família Airbus. Esta aeronave perdeu completamente o aspecto humanizado que tem apegado nos pilotos a paixão pela arte de voar, visto que no Boeing, parecia embaraçoso e ultrapassado, dar importância ao fato dos pilotos adquirirem a experiência de voar o Boeing B-777, que, embora seja computadorizado (Glass cockpit), esta aeronave possui o manche tradicional como dispositivo principal de acionamento de comandos.

Como um piloto A320 (Airbus) confidenciou uma vez a um dos diretores da FAA (Federal Aviation Administration (2002)): "não há nenhuma mágica no voo do A320, quando todo o procedimento é uma experiência vazia" .

Completa o autor que toda a linha aérea que tender a migrar para uma porcentagem substancial de seus pilotos com esta sensação, estará inclinado a ter sérios problemas futuros porque o piloto complacente é um piloto perigoso. O piloto complacente tende a pensar que a automação executará todas as tarefas do piloto. Esta postura do piloto decorre do próprio avanço da tecnologia que cada vez mais retira do piloto parte ou totalidade de suas tarefas, em algumas fases do voo.



Fig.65- O Glass Cockpit do moderno Boeing 777 que usa o “antigo”, preferido e tradicional manche de comando (Foto cedida pelo Cmte Rocky, 2006)

4.3- O design de aeronaves e distribuição de espaços e layouts

4.3.1- Projeto do *flightdeck* centrado no usuário

Segundo citação do National Aerospace Laboratory NLR- The Netherlands (2005), o papel do ser humano na aviação é algo de uma espada de dois gumes. Embora o erro humano é citado como um fator contribuinte em aproximadamente 75% de todos os acidentes da aviação civil, também a concordância que geralmente, os seres humanos são o melhor elemento à prova de falhas do sistema.

O projeto Humano centrado no *flightdeck* visa maximizar a segurança constituída na união da tripulação. Fabricantes de aeronaves, indústrias do *avionics* (eletronica de bordo), as autoridades reguladoras e as linhas aéreas estão todas fortemente enfatizando a consideração dos fatores humanos no projeto e na certificação dos *flightdecks*. Vê-se na figura 66 um projeto de *flightdeck* feito para estabelecer uma interface moderna e dar o máximo de conforto para os pilotos.

Um grande problema consiste na convivência deste tipo de aeronave com outras muito mais antigas (dez a 30 anos) mas ainda operacionalmente ativas onde o processo de manutenção, carregamento de bagagem e mesmo pilotagem são diferentes.

Isto se traduz na necessidade de haver pessoal especializado em todas estas aeronaves.



Fig.66– O *Flighdeck* do Boeing 777- O estado da arte em aeronaves modernas- conforto e tecnologia (Foto cedida pelo Cmte Rocky, 2005)

A maior parte das empresas aéreas tem as mesmas equipes para isto. As únicas exceções acontecem com o pessoal de manutenção e com o grupo de pilotos. Deve-se pensar que o problema extrapola as empresas de aviação e se situa também nas equipes de suportes nos aeroportos, que precisam conhecer o ajuste dos grandes volumes de carga nos compartimentos destas aeronaves e

das antigas e mesmo, principalmente, conhecerem muito bem o processo de fechamento das portas de carga. Uma falha que provoca a abertura destes compartimentos de carga em voo pode despressurizar a aeronave e esta se desintegrar em voo acima de cinco mil metros.

As figuras 67a e 67b mostram abertura em voo de compartimentos importantes- uma porta de carga que se abriu em pleno ar e também a carenagem do motor. Excepcionalmente estes fatos não aconteceram a grandes altitudes e as aeronaves puderam retornar aos aeroportos de origem.



Fig.67a e 67b-Abertura não planejada de compartimentos das aeronaves. Potenciais focos de acidentes mortais (Fotos disponibilizadas pelo site America Aviation- www.americaviation.net)

4.3.2- Ergonomia integrada no design

Segundo a FAA– Federal Aviation Administration (1996), o processo do design centrado no usuário preconizado pelo NLR- National Aerospace Laboratory deve ser corretamente utilizado desde o princípio. O custo de re-engenharia no desenvolvimento pode ser evitado integrando fatores humanos desde o início no projeto. Um outro aspecto chave de tal processo é interação do projeto baseada em avaliações com os usuários finais, tipicamente pilotos de linha aérea.

Ainda segundo este descritivo do NLR (National Aerospace Laboratory), designers de aeronaves executam atividades como:

- Análise da missão e tarefa da tripulação;
- Definição dos conceitos de automação;

- Alocação de funções e tarefas;
- Necessidades de análise de informações;
- Design de displays;
- Avaliação de projetos e conceitos.

O designer pode integrar o conhecimento da ergonomia da aviação em todas estas atividades. As atividades realizadas variam de projeto a projeto e são costuradas sempre às necessidades e ao orçamento do cliente.

4.3.3- Certificação dos fatores humanos

Ainda cita o NLR que está aumentando a ênfase em fatores humanos no processo da certificação de flightdecks. Os materiais existentes estão atualmente sob a observação e os interiores estão sendo orientados para assegurar a conformidade dos fatores humanos na certificação inicial e na suplementar. Em consequência destes esforços, os fatores humanos estarão logo entre os critérios mais importantes no processo de certificação.

A revisão de regulamentos existentes deve ser conduzida por um grupo de trabalho internacional para harmonização de fatores humanos, no qual, o designer tem um papel relevante. Inclusive em diversos projetos industriais, por exemplo, o designer está provendo aspectos ergonômicos nos flightdecks, sustentando a boa usabilidade na certificação destes novos aviões.

Grupo de trabalho multidisciplinar

A FAA (1996) registra que um grupo de projetistas integrado e multidisciplinar é pré-requisito para a obtenção de *flightdeck* que tem valor para clientes e aceitos por usuários finais. Com o largo espectro das experiências do grupo, os projetistas poderão criar efetivamente soluções eficientes confortáveis para os usuários. O grupo seria composto pelos seguintes tipos de habilidades profissionais:

- Ergonomista,
- Projetista de interfaces com usuários,
- Piloto de teste,
- Engenheiro de sistemas,

- Especialista em *avionics*,
- Especialista em treinamento,
- Especialista em certificação,
- Especialista em segurança,
- Controlador de tráfego aéreo.

4.4- O design da aeronave como um sistema

4.4.1- Manter prático e simples

A FAA (1996) enfatiza que a segurança do voo é melhor atendida se pilotos bem treinados que operam aeronaves relativamente simples sob a ótica do *Standard Operating Procedures*-(SOP - procedimentos com simplicidade operacional).

A segurança da linha aérea está profundamente conectada à compreensão detalhada, pelos pilotos, dos sistemas de voo e do desempenho do avião que está sob controle destes. Na confusão inicial que acompanha sempre uma emergência inesperada durante o voo, é muito mais provável que os pilotos se recordem da aeronave como um sistema para poder então controlar com segurança o problema se o sistema próprio for relativamente simples.

Um sistema complexo é mais complicado e distante de contornar e resolver pela tripulação, interpretando errado a situação (ou seja, uma perda da consciência situacional) que por sua vez conduz virtualmente a tripulação ao desentendimento e reações erradas perante o problema que a confronta. As ferramentas para uso em situações de emergência devem ser estabelecidas para uso tão rápido e simples como possível. É uma verdade fundamental que um procedimento de duas etapas apresente duas vezes mais possibilidades de erro como um procedimento de uma só etapa.

4.4.2- Olhos do piloto e sua concentração mental

Os olhos do piloto e sua concentração mental devem ser focados em um de dois lugares durante as fases críticas do voo como a decolagem e a aterragem ou durante uma emergência em voo:

- Naquelas que são apresentadas ou nos instrumentos do voo e/ou
- Na visão da janela do cockpit.

Os sistemas de controle e os procedimentos de voo (normal e anormal) que requerem que os pilotos desviem o olhar fora de qualquer um destes dois lugares em estágios críticos do voo são armas potenciais que podem conduzir à própria morte.

Na confusão inicial associada com uma emergência inesperada durante um voo, é essencial que ambos os pilotos concentrem seu foco de atenção em voar o avião, preferivelmente muito acima

da terra. Este procedimento requer que ambos os pilotos monitorem seus instrumentos respectivos do voo, especialmente em condições de voo por instrumentos devido a problemas meteorológicos- *Instrument Meteorological Conditions* (IMC).

Uma vez que a direção de voo da aeronave está determinada e ela está estabilizada (preferivelmente subindo), a atenção de um piloto pode então ser desviada para dirigir-se a uma tarefa manual específica, como retrain o trem de aterragem ou recolher os flaps e/ou lidar com os procedimentos de emergência enquanto o outro piloto continua unicamente monitorando a direção de voo do avião, ou seja, um piloto continua a voar o avião.

A figura 68 mostra o trem de pouso e superfícies móveis chamadas *flaps* e trem de pouso baixados e estendidos, que servem para aumentar a sustentação da aeronave, para pouso e decolagens. Estes dispositivos poderiam ser, inadvertidamente, recolhidos pelos pilotos. O desastre seria então, iminente. Para isto, os computadores da moderna aviação “protegem” a aeronave destas circunstâncias.



Fig.68- Hiper sustentadores estendidos e trem de pouso baixado
(Foto disponibilizada pelo site America Aviation- www.americaviation.net)

Está claro que neste contexto há uma oportunidade muito pequena para avaliar significativamente que uma emergência requer um sistema de controle de voo muito simples e/ou da figura de um extinto engenheiro de voo.

Alguns momentos do voo requerem inevitavelmente que piloto não “voe” a aeronave (PNF- Pilot Not Flying) e desviem momentaneamente seus olhos para um campo de visão fora dos instrumentos do voo. Retraindo flaps e trem de aterragem, por exemplo.

Notação:

PF- PILOT FLYING (piloto em comando, voando a aeronave)

PNF- PILOT NOT FLYING (piloto que não está voando a aeronave)

Entretanto, a introdução de uma nova distração deve ser evitada. A exigência de corrigir continuamente a velocidade com a mudança de configuração no moderno *Glass Cockpit* ou EFIS (*Electronic Flight Instrument System*) se torna a questão. Nos novos aviões, os sistemas computadorizados chamados de “defesas em profundidade” e “inter-travamento” evitam ações erradas de comandos, principalmente do piloto, nas fases críticas do voo como pouso e decolagens.

Os designers de aeronaves devem ser conhecedores desta premissa básica ao projetar cabinas do piloto. Ou seja, devem projetar aeronaves onde os pilotos mantenham, o mais possível, os olhos no campo de visão do voo.

Uma falha contemporânea e constante nestas “cabinas de vidro” (*GlassCockpits*) se refere aos computadores de bordo (*Performance Data Computers* - PDC), aos computadores de navegação (*Navigation Computers*) e os sistemas de alertas (*Crew Alert Systems*) e seus controles respectivos. Estes estão localizados de modo geral na parte de baixo no painel de controle central, entre os pilotos, fora do campo de visão dos instrumentos ou da janela da cabina.

4.4.3- Atitudes da tripulação

A FAA (1996) registra que todas as ações da tripulação devem ser monitoradas e/ou verificadas. A operação segura de linha aérea é centrada nas ações do piloto, incluindo procedimentos de emergência. Esta operação deve ser monitorada e/ou conferida pelo outro piloto e/ou o engenheiro de voo. Isto somente é possível em um cockpit com três tripulantes (neste caso existe um elemento a mais na tarefa de pilotar a aeronave) ou em um projeto de cabina com dois pilotos que apresente a tarefa de pilotar o mais simples possível.

Segundo o FAA (1996) existem apenas duas únicas cabinas de piloto de jato com dois tripulantes que se aproximam dos critérios citados de segurança. Estas têm todas as ações de um piloto suscetíveis de verificação pelo outro piloto, podendo esta tripulação continuar a monitorar seus instrumentos do voo durante todos os estágios críticos do voo, como a decolagem e a aterragem.

São as cabinas do velho DC9 e a cabina da série de MDxx conforme pode-se ver nas figuras 69a e 69b. A geração atual de dois tripulantes (pilotos) da Boeing e a do Airbus não se enquadram neste critério, especialmente com respeito a procedimentos emergenciais de fogo no motor.



Fig.69a e 69b- Cockpits dos antigos DC9 e MD11
São cockpits bem projetados e seguros segundo a FAA (Federal Aviation Administration, 1996)
(Fotos cedidas pelo piloto Alexandre Rizzo, 2005)

4.4.4- Avaliação

O ideal é que pilotos recebam uma avaliação do comportamento da aeronave em pelo menos dois formatos: Sinais e sons.

Estas são as fontes de informação preliminares, mas outras formas de entradas de informação como táteis são muito importantes, em especial, as situações de elevada sobrecarga que provocam o desvio da atenção visual afastando-o das tarefas preliminares.

Por exemplo, desviar-se da monitoração de instrumentos do voo durante um pouso por instrumentos é potencial perigoso. Nesta circunstância, fazer com que as mãos sintam, de modo fácil, os manetes e outros dispositivos, poderia auxiliar muito a segurança da aeronave, pois os pilotos não precisariam desviar os olhos do controle de voo.

4.4.5- Instrumentos de controle de voo (*Standby Flight Instruments*)

Todo o avião deveria ter ao menos um conjunto de instrumentos de controle de voo diretamente acima, ou ao lado do painel de instrumento de voo do comandante de modo que caiam

dentro da varredura visual normal, de modo que todas as discrepâncias possam imediatamente ser observadas. Este jogo de instrumentos de controle de voo deve consistir de:

1. ADI- *Attitude Director Indicator* - Diretor de atitude
2. AI- *Attitude Indicator (Artificial Horizon)*- Horizonte artificial
3. ALT- *Altimeter*- Altímetro
4. ASI- *Airspeed Indicator*- Velocímetro

Alguns cockpits de vidro (EFIS) apresentam o ADI (Attitude Director Indicator - Diretor de atitude) preliminar e incorporam também o indicador preliminar da velocidade aerodinâmica e altímetro preliminar e devem ser projetados para inspirar confiança a respeito da confiabilidade dos instrumentos preliminares como meios fáceis de uso. Estes displays podem alternar e edição em uma mesma tela, instrumentos diferentes.

Incluem vídeos que apresentam emulações de Instrumentos básicos no *Glass cockpit* ou apresentam outros tipos novos de informações como as produzidas pelas novas funções dos computadores de bordo. Como novas funções pode-se citar os sistemas de alerta de aproximação de terra ou de obstáculos em voo como outra aeronave em rota de colisão. Estes sistemas principais podem alternar funções de informações com formatos diferentes. A figura 70 mostra um display que pode alternar apresentação de instrumentos diferentes, por um botão on/off switch e outros que colocam outras edição em espera, no aguardo da seleção pelo piloto.

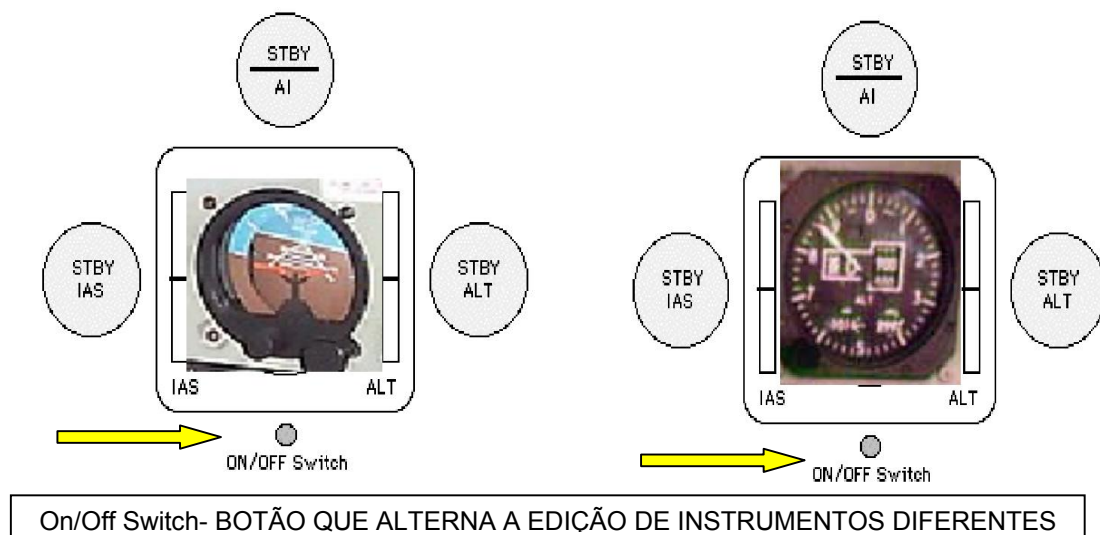


Fig.70- Display que alterna emulação de instrumentos (montagens com fotos do autor)

Cada tela eletrônica deve também ter claramente apresentado o interruptor liga/desliga para evitar que pilotos, inadvertidamente, cancelem a informação que o display apresenta naquele momento que pode ser, inclusive, informação de perigo.

Alguns autores especialistas em prevenção e segurança de voo como Paterson (2000) e Alexanderson (2003) defendem a idéia de se manter estes principais instrumentos, duplicados no painel principal, objetivando assegurar um sistema de segurança alternativo, em caso de queda de energia. Vê-se na figura 71 uma aeronave com estes dispositivos digitais e analógicos duplicados.

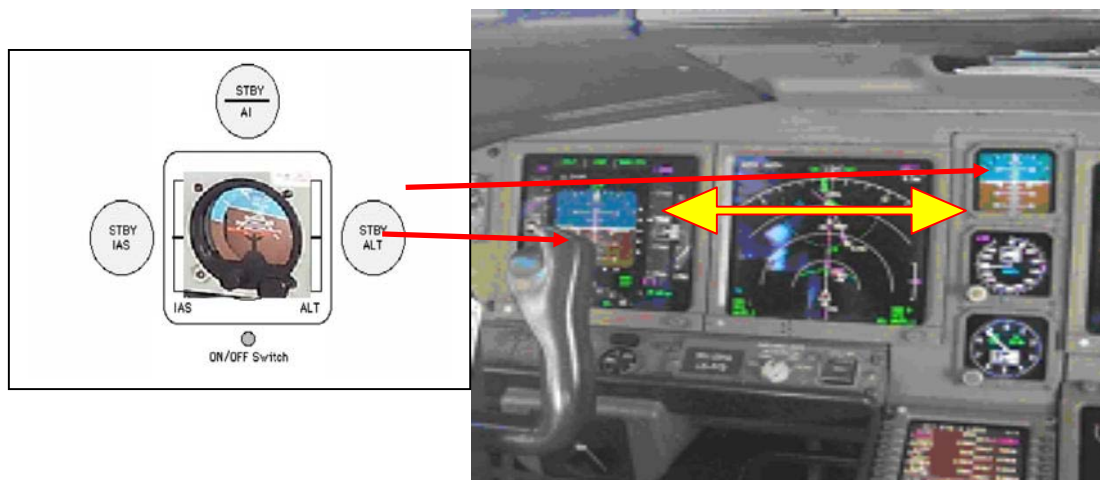


Fig.71- Algumas aeronaves “Glass Display” têm, adicionalmente, o AI (*Attitude Indicator*) e outros poucos instrumentos, também fixo e analógico por medida e segurança (foto cedida pelo piloto Alexandre Rizzo, 2004)

A FAA também reforça a necessidade dos instrumentos *Stand by ASI* and *Stand by ALT* (Velocímetro e Altímetro) serem puramente mecânicos em um sistema separado. Com estes três instrumentos mais a bússola o avião tem os instrumentos primários para a tripulação pilotar a aeronave em uma situação de emergência de perda de força elétrica. Estes são os principais aparelhos de apoio para voo visual VFR (*Visual Flight Rules*). Este tipo de voo só pode ser operado em condições de visibilidade e durante o dia. Todo piloto, sem exceção, aprendeu a voar VFR.

Algumas informações básicas para voo precisam ser preservadas para os pilotos, independente do tipo de sistema que as promovem, e que são .

- Qual a altitude (A atitude da aeronave (ângulo de ataque, arfada, picada e posição e relação ao horizonte);

- Qual a velocidade (que pode prevenir velocidades críticas – acima do permitido pela aeronave (VNE) – velocidade não exceder e de perda de sustentação (Estol);
- Qual a direção de voo.

A figura 72 mostra o que é ângulo de ataque de uma aeronave em voo.



Fig. 72 - Ângulo de ataque (foto disponibilizada pelo site www.zenosbirdvideos.com/ Stuff)

A FAA enfatiza que o ideal seria ter o indicador de atitude *Stand by Attitude Indicator* (AI) (HORIZONTE ARTIFICIAL) de construção eletromecânica capaz de prover com confiança e realidade informações de atitude da aeronave por até cinco minutos após a perda de energia nestas aeronaves “totalmente automáticas e elétricas e digitais”.

É claro que vários outros condicionantes devem ser considerados a partir do fato que determinadas aeronaves terem também os comandos conectados ao sistema primário de energia e que pouco adiantaria ter estes instrumentos mecânicos para suporta ai voo, porque na falha elétrica os atuadores das superfícies móveis de controles destas aeronaves parariam de atuar.

Mas existe uma realidade da qual não pode-se escapar: Com as novas aeronaves totalmente interconectadas por fibra ótica, no caso de queda total de energia, de nada adiantaria estes sistemas duplicados pois não mais seria possível exercer movimento das partes móveis de controle da aeronave.

PARTE II – DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DO MÈTODO

5- DESENVOLVIMENTO DO MÉTODO

PARTE II – DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DO MÉTODO

5- DESENVOLVIMENTO DO MÉTODO

5.1 – Fundamentação do método

5.1.1- Pesquisa e Metodologia

A ergonomia, ao avaliar as condições de trabalho e analisar a tarefa, realiza pesquisas descritivas, conforme os objetivos desta monografia, onde os registros históricos e estatísticos de acidentes aéreos serão mapeados e apropriados em causalidades que transcendem a penalidade do piloto a eventos que podem, eventualmente, estar correlacionados mais profundamente a indícios de origem ergonômica. Entendemos esta análise como a busca em profundidade pelas origens das causas dos acidentes aeronáuticos. Questionaremos se os indícios de erros causados por fatores ergonômicos poderiam ter contribuições efetivas nas falhas humanas em acidentes e incidentes com aviões.

Este modo de olhar, diferente dos padrões de análise dos acidentes aéreos poderia, como resultado de um estudo mais amplo, tentar alertar algumas pessoas interessadas, no meio aeronáutico, sobre determinadas e específicas causalidades ergonômicas ocultas nos acidentes com aviões.

Poderiam, eventualmente, ser observadas também pelos órgãos encarregados de segurança na Força Aérea Brasileira e nos órgãos Encarregados de prevenção e investigação de acidentes como o CENIPA (Central de prevenção e investigação de acidentes do Ministério da Defesa).

O resultado positivo seria uma revisão pró-ativa dos componentes dos acidentes e das técnicas aplicadas no sistema de capacitação do chamado CRM (Corporate e Crew Resource Management), pelo menos no Brasil.

Finalizando, nosso estudo coletará, aleatoriamente, uma amostra nos registros oficiais de acidentes com aeronaves, referente a um longo período histórico, buscando os condicionantes que denotem origens ergonômicas que podem ter conduzido ou contribuído para estes acidentes. Aplicaremos uma pesquisa naturalista, exploratória e histórica onde aplicaremos um foco quantitativo com tratamento estatístico na amostra selecionada.

5.1.2- O Método da Pesquisa e o desenvolvimento do método a ser aplicado

Considera-se, para a base do desenvolvimento do nosso método, as características dos erros humanos segundo Rasmusem (1977). A tabela de habilidade-regras-conhecimento (SRK-skill, routines, knowledge). Esta tabela é dirigida, principalmente, aos erros sérios, realizados

particularmente durante emergências em sistemas perigosos e complexos. Ela classifica e associa os erros a diferentes níveis de desempenho cognitivo. Este autor desenvolveu com este preceito, um algoritmo taxonômico para classificação de erros. Entende-se por taxonomia, como a seleção cartesiana, precisa de uma definição qualquer dentro de várias alternativas. Um Algoritmo taxonômico indica um caminho através de um diagrama preciso, objetivando apontar uma identificação dentro de várias alternativas.

Um diagrama estruturado no formato de um algoritmo taxonômico, ou seja, seqüenciado no formato de um fluxo de alternativas vetoriais e binárias de decisão, conduz a resultados únicos e perfeitamente identificáveis. Foi desenvolvido para iniciar o processo de identificação de erros.

Na classificação dos erros no algoritmo taxonômico de Rasmussen (1997), as exigências cognitivas relacionadas a CONHECIMENTO acontecem ações relacionadas a IMPROVISO e esta forma de ação é condenada e é proibitiva na aviação. Ou seja, o grupo de ERRO (dentro do cockpit) quando indica erros de conhecimento não pode fazer, em nenhuma hipótese, menção a improviso.

Embora a ocorrência de comportamento e ação improvisados e o encontro com situações não planejadas possam ocorrer na aviação, em algumas situações de extrema emergência e perigo, imprevistas, novas e não planejadas. Nestas circunstâncias, todos os três grupos de desempenho cognitivo relacionados por Rasmussen (op.cit.).

O'Hare (1994) registra que as atividades do cockpit são quase todas **centradas em checklists** e não sendo permitido ao piloto exercer **tarefas improvisadas** onde se enquadrariam no grupo habilidade da tabela de classificação de erros de Rasmussen. Embora estejam nestas circunstâncias, no caso de imprevistos, o maior foco de problemas e onde os maiores erros ocorrem, principalmente nas aeronaves modernas.

Não é difícil justificar esta afirmativa tendo em vista que os procedimentos do piloto são criticados e avaliados pelos computadores de bordo e seus programas (softwares) e, desta forma, não podem ocorrer imprevistos, pois todas as causalidades precisam ser contempladas e resolvidas pelos sistemas automatizados das aeronaves, dogmática, eficaz e eficientemente.

Uma releitura das informações técnicas dos registros de acidentes do campo da aviação poderá, eventualmente, identificar indícios ergonômicos. A busca destes tipos de causalidades buscará componentes de erros e falhas no campo da ergonomia.

Fazendo uma re-análise do acidente, na hipotética manipulação de dimensão temporal, poderemos eventualmente supor que muitos destes acidentes se tivessem tido uma revisão ergonômica em determinados condicionantes que colocaram estas aeronaves voando e seus pilotos nos comandos estes acidentes talvez poderiam ter sido evitados.

Suas reais origens tem falhas ergonômicas nos projetos, nos processos cognitivos que capacitaram os pilotos na escolha de materiais e na preparação do pessoal de apoio que auxiliaram a manter as aeronaves voando.

Os estudos de O'Hare et al (1994) indicam uma abordagem para codificação de acidentes e incidentes nas categorias de erros humanos, similar ao algoritmo taxonômico de Rasmussen (1982).

Utilizando também esta sistemática de estudo, enquadraremos as causalidades dos acidentes onde mapearemos os eventuais indícios de erros ergonômicos nas categorias enquadradas pelo algoritmo, como resultado das análises dos registros de acidentes aéreos que serão tratados, utilizando um fluxo apresentado pelo diagrama estruturado através de um algoritmo para classificação dos acidentes conforme descreveremos e detalhes mais adiante. Procuraremos indicar os indícios de falhas ergonômicas em grupamentos segundo alguns blocos de componentes oriundas de várias fontes. Estas fontes de dados serão os registros de acidentes e incidentes que detalhados disponibilizados pelos seguintes órgãos:

1. SERAC II (Aeronáutica)- Brasil
2. CENIPA (Centro Nacional de prevenção de Acidentes)- Brasil
3. CAA- Civil Aviation Authority- Nova Zelândia
4. TSB- Transport Security Board- Canadá
5. NTSB (National Transportation Security Board)- Estados Unidos.
6. AVIATION SAFETY FOUNDATION -Estados Unidos
7. FAA (Federation Aviation Administration)- Estados Unidos

Este desenvolvimento do método vai utilizar duas vertentes:

1. A busca e classificação de dados
2. Elaboração de um algoritmo de classificação de erros, que terá como base:
 - a. O algoritmo taxonômico de Rasmussen
 - b. O trabalho desenvolvido por O'Hare (1994) no estudo de erros humanos em cockpits e na proposta de Costella (2005) para identificação de erros humanos
 - c. As classificações de erros e fases de voo do CENIPA E FAA
 - d. As fases de um voo aceitas internacionalmente

No estudo de O'Hare (1994), foi realizada uma pesquisa com 277 registros de acidentes na Nova Zelândia visando analisar erros no cockpit. Este estudo visou prospectar as causas dos acidentes em cockpits. Estes estudos servirão de base para elaborar o núcleo do nosso algoritmo para enquadramento dos motivos dos acidentes e outros detalhes coadjuvantes obtidos pela análise, desta vez, dissecados sob leitura ergonômica. Este núcleo do algoritmo parte de erros no cockpit, tal como o fez O'Hare (op.cit.).

Foram incluídos os indicadores de origem de uma cadeia de erros da FAA (Federation Aviation Administration), do NTSB (National Transportation Security Board) dos Estados Unidos e os indicadores de causalidades de acidentes do CENIPA (Brasil). Estes parâmetros apresentarão particularidades detalhadas que conduzirão a indícios específicos de origens ergonômicas nos grupos de erros associados a níveis de desempenho cognitivo, conforme indicados logo adiante.

Cada releitura de um registro de acidente indicará informações que serão inseridas no núcleo do algoritmo. Neste núcleo do algoritmo teremos identificações iniciais que serão cruzadas com as fases do voo, com os fatores e com os indícios que conduziram aos acidentes, mapeando e quantificando as origens e extraíndo dentro dos dados disponíveis, as razões de usabilidade e outras classificações ergonômicas que conduziram a estes eventos.

Com estas informações, apesar destes registros de acidentes terem sido tradicionalmente escritas por pilotos e aeronautas, verificaremos a possibilidade de extrair destes registros, indícios e causalidades que conduziram a erros de origem ergonômica, principalmente os que recaíram em aspectos de conhecimento, ação, fisiológico / emocionais, projeto e de escolha de materiais.

O grupamento que decidimos utilizar para classificação dos erros está fundamentado nos princípios utilizados por O'Hare (1994), que definiu dentro de sua pesquisa de erros de pilotos no cockpit como:

1. Erros dentro do cockpit
2. Erros fora do cockpit

O seu trabalho teve foco unicamente no estudo de erros dentro do cockpit, não entrando no mérito dos acidentes originados fora do cockpit ou por falhas de outros humanos ou organizacionais ou de origem material. Estes são também elementos muito importantes para definição dos identificadores de erros, problemas e falhas humanas, pois a viação envolve humanos em terra e nos aviões para manter estas máquinas voando com segurança.

Como nossa pesquisa transcende esta análise, este será o ponto de partida de nossa prospecção. A partir da identificação do componente **erro dentro do cockpit**, (ou fora) deveremos buscar as origens destas causas cruzando esta identificação com os outros componentes que apontarão para um dos três grupos de erros:

- De conhecimento e capacitação – (DENTRO DO COCKPIT),
- De fatores emocionais e fisiológicos (DENTRO DO COCKPIT) e
- De forma geral apontando para outras causas não originadas pelos pilotos, mas ainda podendo estar incluídos em fatores conforme os anteriores (FORA DO COCKPIT).

Estes grupos de erros (dentro e fora do cockpit) têm os seguintes componentes:

1) ERRO FORA DO COCKPIT- não causado por falhas dos pilotos-

Componentes deste grupo :

- Erro estrutural
- Erro de projeto
- Escolha errada da aeronave
- Erro do pessoal de apoio de terra
- Erro de manutenção/ mecânico
- Outros ergonômicos

2) ERRO DENTRO DO COCKPIT- causado por falhas cognitivas relacionadas a capacidade e conhecimento-

Componentes deste erro :

- Procedimento com Air Traffic Control (ATC)
- Treinamento deficiente / inadequado
- Problema capacitação
- Erro leiaute
- Instrumentos ou posição deficiente
- Erro de linguagem
- Erro de informação
- Erro comunicacional
- Erro coletivo
- Distribuição errada da tarefa

3) ERRO DENTRO DO COCKPIT- causado por fatores físicos/ emocionais

Componentes deste erro :

- Estresse
- Fadiga, problema/distúrbio fisiológico

- Problema psicológico / emocional
- Sobrecarga emocional e / ou cognitiva
- Erro de liderança.

Nestas classificações dos erros dentro e fora do cockpit, ainda pode-se eventualmente identificar um erro como ocorrência de erros definidos na seguinte classificação:

- sem participação ou originado por ação ou decisão direta do piloto- (Fora do cockpit)
- participação ou originado por ação ou decisão direta do piloto (Dentro do cockpit)
 - Por falhas de capacitação e conhecimento ou
 - Por falhas de origem emocionais ou fisiológicas.
 - Por falhas combinadas dos itens anteriores

Todas as publicações e escolas de prevenção de acidentes aeronáuticos dizem que um acidente acontece devido a uma sucessão de erros. A pesquisa vai prospectar as origens ergonômicas destas falhas que conduziram aos acidentes. Para isto deveremos considerar este dogma inserindo os dados em um algoritmo para classificação de falhas e erros, definindo perspectivas diferentes e classificações de erros diferentes. Classificações importantes que incluiremos no nosso algoritmo serão as seguintes:

- De perspectivas diferentes como erros do tipo ação ou decisão e
- De origens de erros dos tipos cognitivos, sistêmicos ou aeromédicos e psicosociais.

5.1.3- O sistema de apoio computadorizado– Aviation DataBase

Uma ferramenta foi desenvolvida especialmente para auxiliar o trabalho de pesquisa, na análise, no cruzamento e na correlação do grande número de variáveis decorrentes da depuração dos registros de acidentes de aviação, objeto de estudo desta monografia.

Este sistema de computador foi desenvolvido para estruturar uma base de dados e implementar um grande conjunto de relatórios analíticos, que possibilitam uma visão integrada dos condicionantes que conduzem a acidentes, combinados de diversas formas, conforme descreveremos os detalhes, mais adiante, na parte que descreve este sistema.

Este sistema viabiliza o cruzamento do grande número de variáveis tratadas pelo estudo.

A combinação de condicionantes para realizar a leitura de indícios ergonômicos dos acidentes se tornaria quase inviável ou muito demorada se realizada de forma manual.

Muitos mapas-produto podem ser produzidos pelo sistema além de gerar dados para um mapa resumo onde todos os números do estudo de possíveis causas esgonômicas são sumarizados, na fase final. Este mapa apresenta as fases de vôo e diversos fatores componentes de acidentes segundo classificações da FAA (Federal Aviation Administration dos Estados Unidos) e do Cenipa (Central de prevenção e investigação de acidentes aéreos do Ministério da Defesa do Brasil). Os dados se referem a uma análise com viés ergonômico a partir dos registros de acidentes desde a década de 40. Este estudo apresenta estudos que indicam as situações condicionantes que apontam para falhas de origem ergonômica a partir dos detalhes descritos nos registros dos acidentes.

Este sistema será chamado Aviation DataBase. A sua operação detalhada está descrita mais adiante, a partir da pagina 183.

5.2 GERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DO MÉTODO

5.2.1- Considerações éticas

Não modificaremos em nenhuma hipótese informações sobre acidentes aeronáuticos devido à grande importância que esta área que trata de controle e prevenção de acidentes aeronáuticos significa para toda a aviação e para a humanidade de modo geral. A pesquisa tratará as informações, decompondo-os em dados que serão codificados e implantados no sistema computadorizado Aviation DataBase (op.cit.). Este procedimento vai possibilitar obter as correlações e acumulações estatísticas dos componentes que conduziram aos acidentes que integram a amostra. Resumidamente, seguiremos as seguintes recomendações sobre **ética** indicadas pela ABERGO (Associação Brasileira de Ergonomia , 2006):

1. Todo o procedimento de qualquer natureza envolvendo o ser humano, cuja aceitação não esteja ainda consagrada na literatura científica, será considerado como pesquisa. Os procedimentos referidos incluem entre outros, os de natureza organizacional, ambiental, educacional, sociológica, econômica ou física.
2. A pesquisa em ergonomia deverá observar as seguintes exigências:
 - Ser adequada aos princípios científicos que a justifiquem e com possibilidades concretas de responder a incertezas;
 - Estar fundamentada na experimentação ou na observação criteriosa de situações de trabalho;
 - Obedecer a metodologia adequada;
 - Prever procedimentos que assegurem a confidencialidade e a privacidade, a proteção da imagem e a não estigmatização, garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas e/ou das comunidades, inclusive em termos de auto-estima, de prestígio e/ou econômico - financeiro;
 - Respeitar sempre os valores culturais, sociais, morais, religiosos e éticos, bem como os hábitos e costumes das pessoas envolvidas;
 - Assegurar aos sujeitos da pesquisa os benefícios resultantes do projeto de pesquisa, em termos de retorno social, acesso aos procedimentos, produtos ou agentes da pesquisa;
 - Assegurar a inexistência de conflito de interesses entre o pesquisador e os sujeitos da pesquisa ou patrocinador do projeto;
 - Comprovar, nas pesquisas conduzidas no exterior ou com cooperação estrangeira, os compromissos e as vantagens, para os sujeitos das pesquisas e para o Brasil, decorrentes de sua realização.

Utilizar os dados obtidos na pesquisa exclusivamente para a finalidade prevista no seu protocolo.

5.2.2- Descritivos dos componente do algoritmo taxonômico

Este algoritmo foi construído com várias classificações de erros e algumas perspectivas e origens de erros onde estruturamos um fluxo de alternativas que vão produzir classificações de erros e causalidades. Quando inserimos os elementos detalhados de um acidente teremos vários parâmetros que serão analisados em conjunto via um sistema de computador já referenciado na pagina 144 (Aviation Database). Os componentes que definem os critérios de classificação são os seguintes:

- I- Causalidades de acidentes;
- II- Índícios reveladores de uma cadeia de erros;
- III- Tipo de erro- O núcleo do Algoritmo taxonômico;
- IV- Fases do Vôo;
- V- Eventuais indícios de causas ergonômicas.

5.2.2- (i) Descritivos dos componentes do algoritmo taxonômico

I- Causalidades de acidentes

De acordo com a CENIPA (Brasil) e com os órgãos norte americanos American Safety e NTSB (National Transport Safety Board -Estados Unidos), existem 12 grupos de causas de acidentes

A lista original de 12 tipos de erros definida pela CENIPA é a base para o grupo que chamamos de **causalidade de acidentes**. Estes itens abaixo finalizam os componentes deste núcleo de classificação de erros pertinentes a acidentes com aeronaves e que faz parte de nosso algoritmo taxonômico. A lista no formato definitivo foi concluída após uma análise piloto com 30 registros de acidentes integrantes de nossa amostra que mostrou necessidade de mais alternativas de classificação de problemas que não estavam contempladas no grupo original.

1. **Controle de tráfego aéreo e problemas de navegação**- Erro de uso de instrumentos ou não compreensão de instruções.
2. **Acidentes com carga**- Centro de gravidade errado, sobrecarga, porta do compartimento
3. **Colisões**– No chão entre aeronaves, com objetos e com pássaros.
4. **Fatores externos**- Danos por condicionantes externos imprevisíveis, tesoura de vento (vento descendente forte e quase imprevisível).raio
5. **Tripulação de bordo**– Drogas, álcool, condição mental desfavorável, não seguimento de regulamentos, cansaço/ sono/ fadiga.

6. **Fogo**– No hangar/no solo, no ar, no interior da aeronave.
7. **Pouso/decolagem**– Excesso, falta de velocidade, comandos travados, configuração errada de programação , condições de prumo ruins.
8. **Manutenção**- Falha de diretivas, instalação errada de componentes.
9. **Resultado**- Pouso de emergência, perda de controle.
10. **Segurança**– Sabotagem, seqüestro, insanidade a bordo.
11. **Condições metereológicas desfavoráveis**- Vento, gelo, chuva, má visibilidade.
12. **Desconhecido**- Causas indeterminadas.
13. **Problemas corporativos**- Administração da correspondente empresa de Aviação
14. **Ação terrorista**- Sequestro e passageiros
15. **Colisão vinda de outra aeronave**- Colisões no ar entre aeronaves
16. **Desinformação**- Componente instalado sem esclarecimento de características operacionais
17. **Imprevisibilidade- Falta de avaliação** de situações que conduzem a erros
18. **Imprevisibilidade- Avaliação errada** devido à desinformação ou informação errada ou incompleta

Estas causalidades serão contextualizadas no mapeamento das análises dos acidentes, considerando os componentes e as fases do voo segundo desenvolvimento do método descrito mais adiante.

5.2.2- (ii) Descritivos dos componentes do algoritmo taxonômico

II-Indícios reveladores de uma cadeia de erros

Segundo o FAA, um grupo de problemas pode ser relacionado com ações e eventos que são indícios de uma sucessão de erros. Esta entidade identificou dez indícios que são a base para este grupo de identificadores de uma cadeia de erros. Incluímos mais dois indícios ao fazer a análise piloto com aquela amostra que revelou necessidade de classificações não previstas:

1. **Ambigüidade**: quando duas ou mais fontes independentes de informação são discordantes;
2. **Fixação ou Preocupação**: a atenção da tripulação está dirigida para um só item, evento ou condição, com a consequente exclusão de todas as outras atividades de cabine;
3. **Insegurança ou Confusão**: quando um piloto ou outro tripulante está inseguro do estado ou condição do avião;
4. **Violando os Mínimos**: quando os mínimos são intencionalmente violados.
5. **Procedimentos Irregulares**: quando se admite utilizar um procedimento irregular, ou quando este procedimento é utilizado;
6. **Ninguém voando o avião**: isto pode ser o resultado do segundo indício, fixação ou preocupação, mas pode também ocorrer em condições rotineiras de voo. Em virtude dos relatórios de acidentes estarem repletos de casos em que ninguém estava incumbido de voar o avião, o comandante deve, especificamente, delegar a tarefa, afirmando : " Eu voarei o avião e você tomará conta do problema (ou vice-versa) "
7. **Ninguém olhando para fora**: com o uso de sofisticados computadores de controle de voo, a possibilidade de ambos os pilotos estarem com o avião de "cabeça para baixo" simultaneamente, é real;
8. **Incapacidade de atingir objetivos**: quando parâmetros ou expectativas de eventos não são atingidos, tais como previsão de consumo de combustível ou antecipação de desempenho de potência de decolagem;
9. **Discrepâncias não resolvidas**: quando confusão, perguntas ou preocupações não são resolvidas;
10. **Abandono de procedimentos padronizados de operação**: quando procedimentos padronizados de operação não são utilizados no momento apropriado.
11. **Problemas com soluções operacionalmente não previstas**
12. **Problemas com insuficiência de informações no cockpit para tomada de decisão**

5.2.2- (iii) Descritivos dos componentes do algoritmo taxonômico

III- Tipo de erro- núcleo do Algoritmo taxonômico

O algoritmo taxonômico de Rasmussen (1982) foi base para os estudos de O'Hare (1994) para classificação de erros tendo como elemento de identificação os níveis de desempenho cognitivo no estudo sobre falhas cognitivas em acidentes na aviação na Nova Zelândia. Costello (2005) também propõe um método genérico para identificação de tipos de erros humanos tendo como referencia este algoritmo.

Estes estudos servirão de base para elaborar o núcleo do nosso algoritmo para enquadramento dos motivos dos acidentes.

O núcleo do nosso algoritmo parte de erros no cockpit, tal como o fez O'Hare. Esta área do algoritmo é seu núcleo e onde se inicia a busca e enquadramento dos elementos classificadores para as falhas e erros. Representa uma proposta para enquadramento de erros baseada nas categorias criadas por aquele autor, para identificação de erros em cockpits, que por sua vez se fundamentou no algoritmo taxonômico de Rasmussen (1982).

Ao percorrer o algoritmo analisando os elementos de um acidente, outros detalhes coadjuvantes suplementares poderão ser obtidos, uma vez relidos sob ótica ergonômica.

O nosso algoritmo anexou a este trabalho de O'Hare, uma continuação natural no trabalho de classificação, permitindo uma sequência de análises que findarão numa classificação segundo outras tipologias e origens de erros, inclusive sob perspectiva ergonômica.

Dois dos passos descritos por Rasmussen (estado da meta e tarefa) foram combinados por O'Hare na categoria "Estratégia" pois melhor se adapta às condições relacionadas às metas a serem cumpridas. A primeira e a última etapa de enquadramento do erro são equivalentes à INFORMAÇÃO e AÇÃO do esquema de Nagel (1988) apud O'HARE (1994).

O estudo de O'Hare agrupou, estatisticamente, os resultados das análises das causalidades segundo os estágios de erros propostos por Nagel (1988) que são:

- **Erro de Ação**
- **Erros de Informação**
- **Erro de Decisão**

O autor apresenta sete grupos. Aos sete grupos de taxonomia originais de O'Hare, dentro do grupo INFORMAÇÃO, segundo Nagel (1988), mais sete alternativas foram acrescentadas, sendo três na categoria INFORMAÇÃO (código e tipo):

A02- Decisão e julgamento (toque –arremetido)

A03- Falha de checagem/monitoração

A05- Mal julgamento de altitude e visibilidade

Duas na categoria AÇÃO (código e tipo)

A01- Comandos errados

A04- Falha de recuperação em perda

Uma que deve prever a impossibilidade de enquadrar uma determinada causalidade em um dos já indicados (código e tipo):

A13- Outros erros da tripulação

E foi acrescida mais uma alternativa que se situa em NENHUM ERRO da tripulação e ocorrido por impossibilidade de atitude e ação (código e tipo):

A14- Problemas que impossibilitam os pilotos de agirem apropriadamente

Estes novos grupos foram acrescentados após um estudo da amostra piloto que indicou a necessidade de permitir classificar algumas causalidade do erro de modo mais específico.

Dois estudos foram incorporados na elaboração do algoritmo para permitir a clareza e precisão na classificação dos erros no núcleo do algoritmo.

A perspectiva de erros de Dekker (2002) e os estágios de erro de Nagel (1988). Duas das perspectivas de erro humanos foram propostas por Dekker (op-cit.) em seus estudos e investigações de erros humanos na aviação na Suécia e mencionado por Alexanderson (2003) em suas publicações :

1. **Perspectiva COGNITIVA** – Assume que o processamento mental é conduzido através de modelos de operações tipo padrões de reconhecimento e decisão de agir. Nesta perspectiva erros ocorrem pela falha de um destes modelos
2. **Perspectiva ERGONÔMICA E SISTÊMICA**- A performance humana não pode ser atribuída a si mesmo, mas na interface e em tudo que a cerca. Nesta alternativa, o erro não está na total culpabilidade do humano mas também nas interfaces SHTM.
3. **Perspectiva AEROMÉDICA E PSICOSOCIAL**- Nesta perspectiva encontra-se o fator mais importante da segurança de voo e da prevenção de erros (SHAPPELL, 2001). O problema neste fator é separar o fator contributivo da causa. Muitos estudiosos, de acordo com este autor, concordam que condicionantes como fadiga, má alimentação etc

são perigosos para a segurança de vôo mas apresentam controvérsias que são causas de acidentes. A perspectiva aeromédica ficou abalada em 1994 quando o NTSB pela primeira vez rotulou a fadiga como fator causador de acidentes aéreos. O fator psicossocial foca a interação entre piloto e outras pessoas. Helmreich et al (1993) apud Alexanderson (2003) enfatizam que a performance do piloto é diretamente influenciada por estas interações

As classificações de Nagel (1988) e Dekker (2002 e 2003) nos instrumenta com elementos mais específicos e detalhados para realizar uma classificação mais clara dos indícios ergonômicos.

O núcleo do algoritmo desenvolvido para este trabalho, agrupa os itens de classificação de erros segundo as perspectivas e estágios de erros deste autores, conforme a tabela 4 a seguir.

Atitude ou ação da tripulação (Baseado no algoritmo de O'Hare (1994) e ampliado)	Categoria Dekker (2002) ESTÁGIO DO ERRO	Categoria Nagel (1988) PERSPECTIVA DO ERRO	ATIVIDADE / EVENTO
Nenhuma ação errada	Não houve	Não houve	A0-Houve oportunidade de intervenção do piloto ?
Comandos errados	Sistêmico	Ação	A1- O piloto teve chance de aplicar comandosn ?
Decisão e julgamento (toque –arremetido)	Cognitivo	Decisão	A2- Ação de pouso abortado
Falha na checagem - monitoração	Cogniivo	Decisão	A3- Falha de checagem/monitoração
Falha de recuperação em perda	Sistêmico	Ação	A4 – Procedimentos para manter o envelope aerodinâmico da aeronave
Mal julgamento de condições metereológicas	Cogniivo	Decisão	A5- Avaliação das condições ambientais e metereológicas externas à aeronave
Mal julgamento de altitude e visibilidade	Cogniivo	Decisão	A6- Avaliação das condições externas de vôo em relação à altitude da aeronave em relação ao solo e à visibilidade
Erro de informação	Cogniivo	Informação	A7- O piloto detectou erros no estado do sistema ?

Erro de diagnóstico	Cogniivo	Decisão	A8- Tendo como referência as informações disponíveis , o piloto diagnosticou corretamente o estado do sistema?
Erro de meta	Cogniivo	Decisão	A9 – O piloto cumpriu a meta nestas circunstâncias ?
Erro de estratégia	Cogniivo	Decisão	A10- O piloto escolheu a estratégia na meta escolhida?
Erro de procedimento	Sistemico	Ação	A11- O piloto executou os procedimentos compatíveis com a estratégia escolhida?
Erro de ação	Sistêmico	Ação	A12- Os procedimentos foram executados corretamente?
Outros erros da tripulação	avaliar	avaliar	A13 – Erros não classificados
Problemas que impossibilitam os pilotos de agirem apropriadamente	Não houve	Não houve	A14 – Eventuais erros onde os pilotos estavam condicionados a um procedimento de impotência em relação à ameaça ou ocorrência de acidente/incidente
Problemas originados por fatores aeromédicos e psicossociais			A15- Origens aeromédicas e psicossociais

Tabela 4- Classificação dos componentes do núcleo do algoritmo

O diagrama a seguir é o núcleo do algoritmo, por onde inicia uma análise e classificação de um acidente. O algoritmo completo, agregando outros condicionantes, contemplará todos os fatores que integrarão uma função representativa das variáveis. A classificação do erro percorrendo o fluxograma conduzirá uma análise de um acidente aéreo a um eventual indício de falha ou erro ergonômico como fator participante das causalidades deste acidente com uma aeronave. O núcleo e o algoritmo está representado no diagrama da figura 73.

Pode-se verificar que o núcleo do nosso algoritmo para classificar os erros, perfeitamente identificados nos registros de acidentes onde faremos nossa pesquisa (área vermelha, derivada do algoritmo de O'Hare), em várias ocasiões apontamos para mais de uma alternativa nesta classificação. Isto significa que no momento da análise de um acidente, procuraremos revelar as completas classificações da origem do erro, inclusive se houver mais de uma origem. Na aviação é muito comum um acidente ter mais de um erro com perspectivas diferentes.

O Núcleo do algoritmo está representado pela figura 73 a seguir:

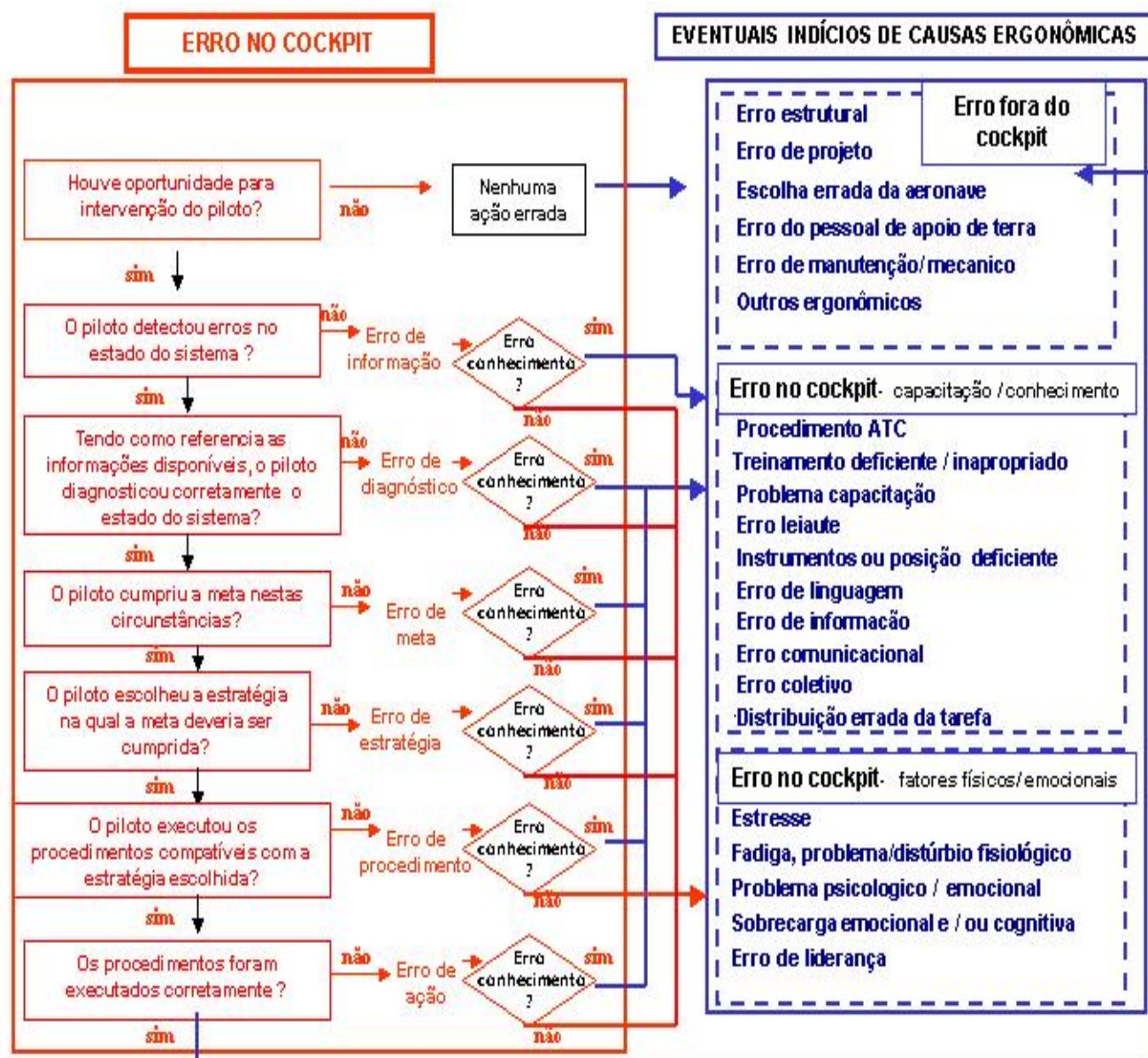


Fig. 73- O núcleo do Algoritmo classificador de erros e falhas nos acidentes

5.2.2- (iv) Descritivos dos componentes do algoritmo taxonômico

IV- Fases do voo

Foram classificadas sete fases de um voo, segundo o consenso internacional no meio aeronáutico. Estas definições a seguir foram elaboradas para leigos na aviação entenderem o significado amplo destas etapas do voo:

1. **Táxi-** Todo movimento da aeronave em terra excluindo a corrida para ganhar velocidade e sair do solo.
2. **Decolagem-** Corrida para ganhar velocidade e descolamento do solo pelo ganho de Sustentação.
3. **Subida –** Deslocamento desde a saída do solo o momento em que atingir um nível de voo planejado (altitude).
4. **Cruzeiro –** Deslocamento em um nível de altitude planejado para o destino mudando apenas por comando das estações de controle em terra ou por algumas circunstâncias meteorológicas porém sob supervisão e controle de estações de terra.
5. **Descida –** Período de mudança negativa de altitude para pouso perto do destino.
6. **Aproximação–**Manobras de posicionamento para perto da pista de pouso do destino Planejado.
7. **Pouso –** Manobras para fazer a aeronave tocar e permanecer no solo, na pista de pouso designada pelo controle de terra. (Deslocamento na perna do vento, na perna base e na reta final – vide figura 74) Depois da corrida na pista em que o avião já está no solo, na pista de pouso, o deslocamento até o estacionamento e até a parada total da aeronave o movimento é considerado táxi.

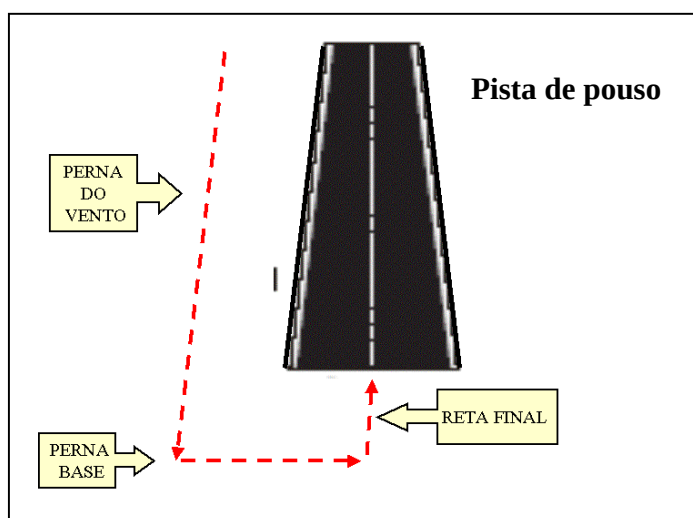


Fig. 74- Apresentação dos nomes dos trajetos dos deslocamentos que antecedem o pouso

Dependendo da aeronave algumas destas definições podem ser suprimidas, por exemplo:

- Aeronave sem suporte de comunicação (rádio comunicador, VOR, GPS, ILS e outros dispositivos (vide glossário no final da monografia)
- Pista de pouso sem estação de comunicação
- Aeroclube de treinamento de voo básico diurno
- Manobra de decolagem e pouso de aeronaves de asa rotativa (Helicópteros)
- Balões, dirigíveis e planadores

5.2.2- (v) Descritivos dos componentes do algoritmo taxonômico

V- Eventuais indícios de causas ergonômicas.

Este componente incluirá os eventuais erros por usabilidade, por aspectos cognitivos ou outros fatores ergonômicos e que podem ter ocorrido dentro ou fora do cockpit. Estas São as origens das causas que eventualmente poderão apontar para estes indícios de erros de origens ergonômicas. Estes componentes incluídos neste índice foram retirados das literaturas sobre as divisões dos estudos sobre ergonomia. Todos os componentes anteriores quando forem estudados de modo correlacionados poderão, eventualmente, materializar um cenário mais amplo que o existente sobre causalidades dos acidentes aeronáuticos que aponta mais fortemente para indícios ergonômicos.

Raramente os acidentes aéreos são causados por um único e catastrófico erro, mas por uma série de erros que, quando colocados lado a lado, podem ser concebidos como uma corrente de erros. Se um membro da tripulação é treinado para reconhecer os elementos da cadeia de erros, ele está em condições de romper essa cadeia antes que um incidente ou um acidente venha a ocorrer. Esta série de erros deverá ser representada pela seguinte expressão polinomial: apresentada em cores referentes aos blocos deste nosso algoritmo taxonômico). Esta representação polinomial agregará os componentes I a V descritos anteriormente mais este componente VI.

$$\text{Análise do Acidente} = f ((F_n), (A_n), (C_n), (I_n), (B_n))$$

Esta representação polinomial indica que a Análise do acidente é função ($f ()$) que será integrada pelos seguintes componentes:

(F_n) - relacionado a uma fase do voo (Padrão internacional)

(A_n) - relacionado a uma ação da tripulação no cockpit (O'Hare)

(C_n) - relacionado com uma das causalidades de acidentes indicados pelo CENIPA

(I_n) - relacionado com um dos indícios de cadeia de erros indicados pelo FAA

(B_n) - relacionado com o(s) tipo(s) de erro(s) que aponta(m) para indícios de falha ergonômica

A análise de um acidente é função de cada um dos condicionantes do quadro acima onde n indica o enquadramento da tabela descritiva das tipologias. Vê-se que será sempre possível agregar novas visões de uma análise, estabelecendo novas relações, correlações e confluências.

Conforme registramos em nossa fundamentação teórica, os acidentes são normalmente editados nos registros oficiais por pilotos e gente exclusivamente da aviação.

Este nosso estudo está incluindo novos componentes nesta análise permitindo visualizar uma ótica e uma dimensão diferentes sobre estes dados e determinar outra tipologia de erros extraindo indícios de aspectos de usabilidade e outros focos ergonômicos nestes acidentes, sem entrar no mérito nem contestar os dados indicados nas Entidades oficiais de onde coletamos as informações sobre os acidentes.

Um acidente deverá receber uma codificação de acordo com a especificidade e enquadramento no algoritmo. Cada componente poderá ter, na análise de um acidente, sua inclusão na função polinomial acima. O conjunto dos indicadores estabelecerá um código lógico. Esta codificação se refere a cada componente inserido no algoritmo taxonômico. Este código lógico será um ponto espacial em um ábaco multidimensional apresentado no gráfico da figura 74, conforme descreveremos a seguir.

Entendemos ábaco multidimensional um gráfico integrado por mais de duas dimensões composto por mais de 2 eixos ou mais de 2 superfícies não lineares (eixos ou planos formando um contexto não plano ou linear) onde pode-se representar um ponto que tem correspondências nas superfícies que compõem o gráfico representado pela figura 75. Neste gráfico, cada superfície curva do semi-cilindro representa cada área onde residem os respectivamente componentes de cada função. Pode-se ver as cinco superfícies representativas da função, as quatro superfícies curvas que integram o semi-cilindro e compõem as causalidades dos acidentes e o plano mais abaixo que representa a residência dos componentes ergonômicos. Detalharemos toda esta representação em seguida a partir da figura 75.

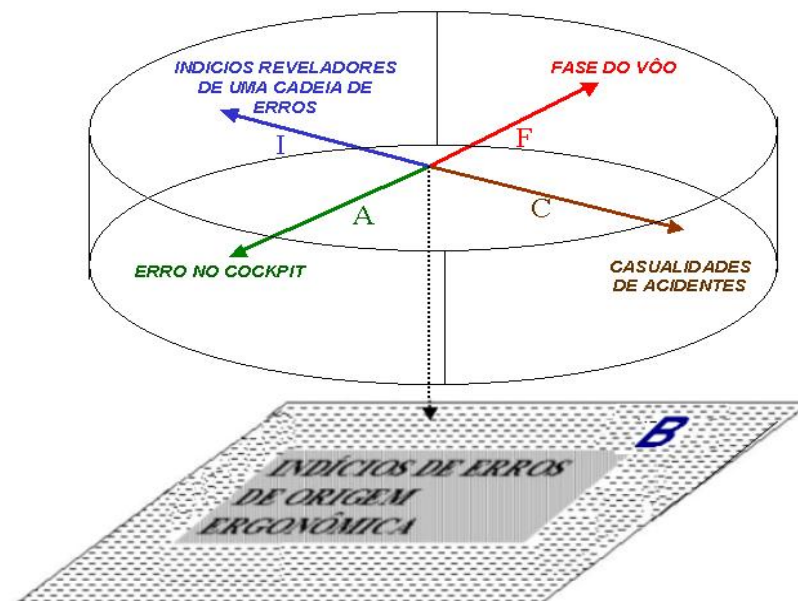


Fig.75- Diagrama representativo da função derivada do algoritmo taxonômico

Ao ser analisado um acidente, a primeira revelação indicará um eventual erro dentro ou fora do cockpit, onde, percorrendo o núcleo do algoritmo obteremos uma perfeita identificação da causalidade. Esta indicação precisa aponta, figurativamente, para um ponto qualquer no plano representado pela figura 76. O ponto central indica a confluência dos componentes da função polinomial.

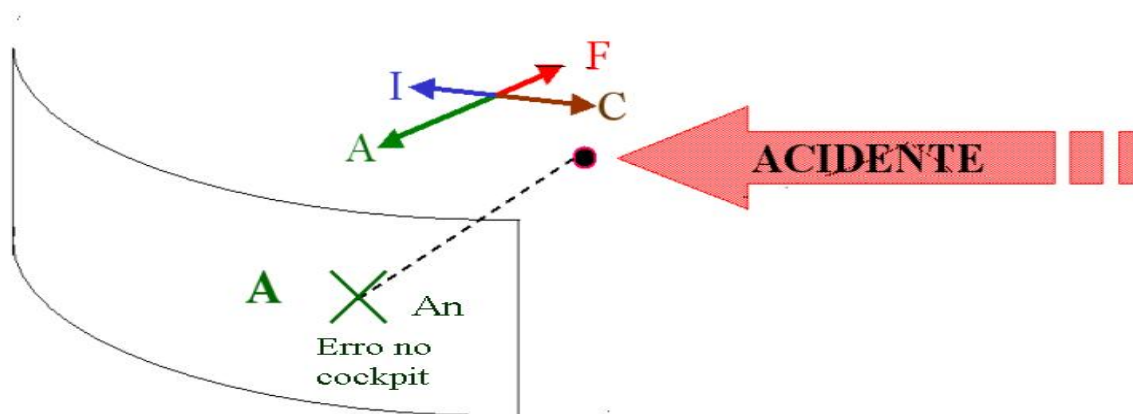


Fig.76- Uma causalidade ou origem de um acidente será representado por um ponto espacial com uma projeção coordenada específica em cada superfície que integra a figura que apresenta o ábaco do algoritmo taxonômico

Representação espacial do mapeamento de um acidente

Vê-se uma visão gráfica de um acidente apresentada na figura 77, determinando um ponto com projeções nas superfícies correspondentes aos condicionantes que integram o polinômio representativo de um acidente. Os eixos não indicam escala de grandezas. Cada eixo apresenta as alternativas de enquadramento de cada componente respectivamente em cada superfície correspondente a cada componente do polinômio. Estas projeções seguem, analogamente, à representação da figura 76 anterior.

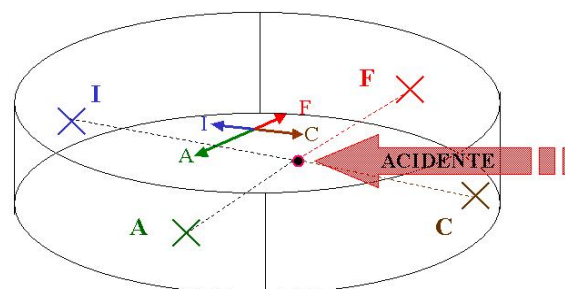


Fig.77- Um acidente inscrevendo, neste diagrama, uma função coordenada
 $f ((F_n), (A_n), (C_n), (I_n), (B_n))$

Finalmente vê-se na figura 78, este ponto de confluência das quatro superfícies, projetará, por representação gráfica, no plano abaixo, correspondente à área referente aos indícios ergonômicos, as origens e causalidades correspondentes aos componentes nesta área.

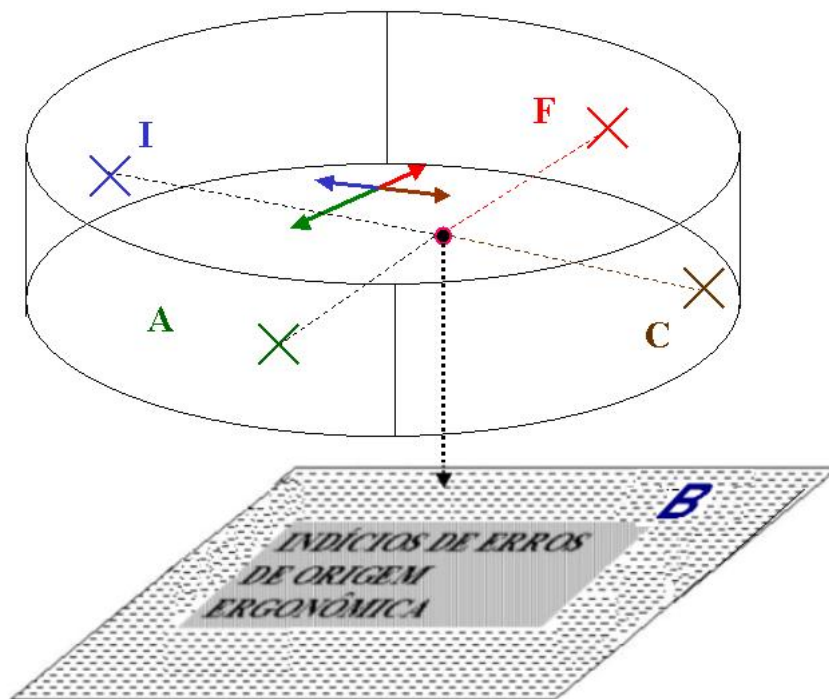


Figura 78- Esta função projeta uma eventual correlação com um índice de causa ergonômica no plano abaixo, agregando o fator B_n à função, compondo-a finalmente $= f ((F_n), (A_n), (C_n), (I_n), (B_n))$

As projeções nos planos, de acordo com a especificidade, de cada ponto do eixo, correspondem respectivamente ao componente do acidente, e irão compor um código lógico que permitirá múltiplas análises de correlações e confluências.

As causalidades que integram este algoritmo são as indicadas na tabela 5 a seguir:

Eventuais indícios de causas ergonômicas	B_N
Grupo B	
Problema estrutural (materiais)	B1
Erro de projeto	B2
Escolha errada de aeronave	B3
Pessoal de apoio de terra	B4
Estresse	B5
Torre de controle (Procedimento com ATC – <i>Air Traffic Control</i>)	B6
Fadiga e problemas fisiológicos/ Distúrbios fisiológicos	B7
Problemas psicológicos e emocionais	B8
Erro de liderança	B9
Problemas de capacitação	B10
Treinamento inadequado / Treinamento deficiente	B11
Erro mecânico / erro de manutenção/ falhas de instrumentos	B12
Erro de leiaute	B13
Sobrecarga emocional e / ou cognitiva	B14
Distribuição errada da tarefa	B15
Instrumentos em posição deficiente	B16
Erro de linguagem	B17
Erro comunicacional	B18
Erro de informação	B19
Erro coletivo	B20
Outros problemas ergonômicos / cognitivos	B21

Tabela 5- Causalidades ergonômicas associadas a erros aeronáuticos

Um diagrama que representa todo o algoritmo taxonômico completo integrando todos os elementos construtivos que auxiliará a identificação das causas dos acidentes está representado na figura 79 a seguir.

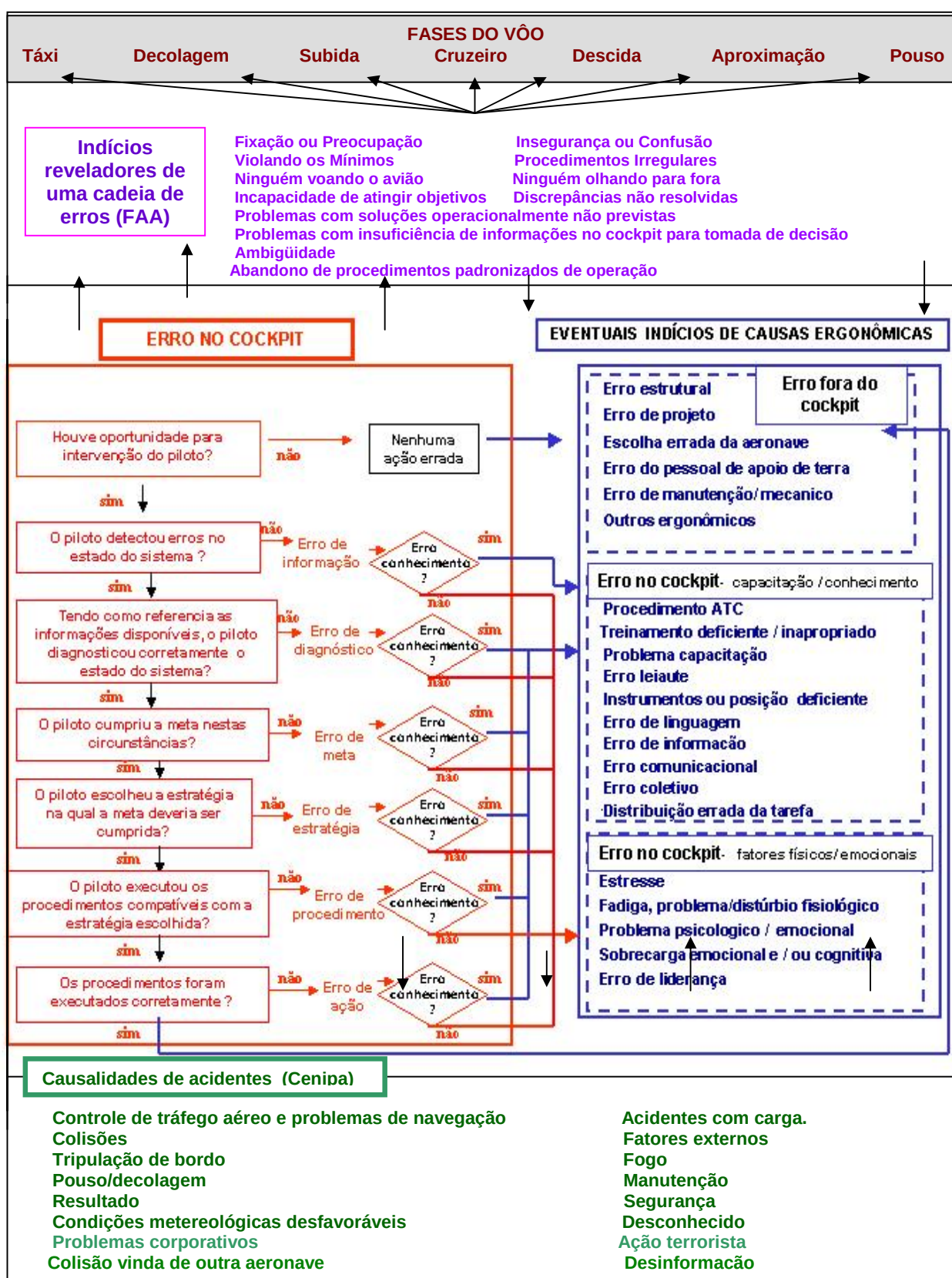


Fig.79- Algoritmo completo para identificação de causalidades de acidentes aéreos.

Um diagrama que apresenta, finalmente, todo o trabalho de identificação de falhas, origens e erros na releitura do registro de um acidente aeronáutico está apresentado na figura 80, a tarefa parte no núcleo (em vermelho) e, em seguida, serão agregados os demais indicadores da função representada na página 157 [$f ((F_n), (A_n), (C_n), (I_n), (B_n))$], até que se obtenha um código lógico. Esta será a partida para utilizar um sistema computadorizado (Aviation DataBase, descrito mais adiante). Este sistema agregará os dados deste acidente às outras informações já anteriormente implantadas dos outros acidentes do banco de dados visando as análises estatísticas e correlações.



Fig. 80- Navegação no Algoritmo completo para identificação de causalidades de acidentes aéreos.
- Diagrama representativo da análise de um acidente

Estes grupos e os componentes Fase do Vôo, Indícios dos erros, Causalidades definem um conjunto de características de falhas e erros que se revelam ao se percorrer o fluxo do núcleo do fluxograma (vermelho) com os dados de um acidente com aeronave. Este cenário de acidente pode eventualmente apontar para indícios de falhas e erros ergonômicos.

Com base nas classificações e enquadramentos dos acidentes neste algoritmo os códigos correspondentes a estas prospecções serão inseridos no sistema Aviation DataBase, onde serão editados relatórios de confluências das falhas, erros e condicionantes, e elaborado gráficos e informes estatísticos.

Após a estruturação das informações dos acidentes neste sistema de computador, serão redigidas finalmente as conclusões e recomendações

Tabela de classificação de erros

Toda codificação referenciada na descrição do algoritmo e utilizada nesta pesquisa, para classificação dos erros e falhas nos registros de acidentes, está apresentada na tabela 6 a seguir.

As classificações antigas de origens e indícios de cadeia de erros indicadas pela CENIPA (Brasil), pelo NTSB- National Transport Safety Board (Estados Unidos) e pela FAA– Federal Aviation Administration (Estados Unidos) foram as utilizadas para base inicial de nosso algoritmo de classificação de erros, mas não foram suficientes para classificar muitas falhas de acidentes quando realizamos o teste com a amostra piloto. Para isto acrescentamos algumas indicações e qualificações na tabela final, que estão identificadas pela cor vermelha nas tabela seis, sete e oito e em *itálico*.

Ação errada da tripulação (Grupo baseado no algoritmo de O'Hare)	A
Grupo A	
Nenhuma ação errada	A0
Comandos errados	A1
Decisão e julgamento (toque –arremetido)	A2
Falha de checagem/monitoração	A3
Falha de recuperação em perda	A4
Mal julgamento de condições metereológicas	A5
Mal julgamento de altitude, <i>atitude da aeronave</i> e visibilidade	A6
Erro de informação	A7
Erro de diagnóstico	A8
Erro de meta	A9
Erro de estratégia	A10
Erro de procedimento	A11
Erro de ação	A12
Outros erros da tripulação	A13
<i>Problemas que impossibilitam os pilotos de agirem apropriadamente</i>	A14
<i>Origens aeromedicas e psicossociais</i>	A15

Tabela 6- Alterações (em vermelho) no grupo “Ação errada da tripulação (Grupo baseado no algoritmo de O'Hare (1994))”

Indícios reveladores de uma cadeia de erros (Segundo a FAA)	I
Grupo I	
Ambigüidade	I1
Fixação ou Preocupação	I2
Insegurança ou Confusão	I3
Violando os Mínimos	I4
Procedimentos Irregulares / mal elaborados	I5
Ninguém voando o avião	I6
Ninguém olhando para fora	I7
Incapacidade de atingir objetivos	I8
Discrepâncias não resolvidas	I9
<i>Abandono de procedimentos padronizados de operação</i>	I10
<i>Problemas com soluções operacionalmente não previstas</i>	I11
<i>Problemas com insuficiência de informações para ações no cockpit</i>	I12

Tabela 7- Alterações (em vermelho) no grupo “Indícios reveladores de uma cadeia de erros”
(Segundo a FAA)

Causalidades de acidentes (Baseado nos indicadores da CENIPA)	C
Grupo C	
Controle de tráfego aéreo e problemas de navegação	C1
Acidentes com carga e ou porta de carga/ falha de dispositivos	C2
Colisões (colisões no ar e no chão)	C3
Fatores por condicionantes externos, tesoura de vento , raio Problemas metereológicos graves	C4
Tripulação de bordo – Drogas, alcool, condição mental desfavorável, não seguimento de regulamentos, cansaço/ sono/ fadiga.	C5
Fogo – no hangar/ no solo , no ar, no interior da aeronave	C6
Pouso/decolagem – excesso, falta de velocidade, comandos travados, configuração errada de programação condições de prumo ruins.	C7
Manutenção – falha de diretivas , instalação errada de componentes.	C8
Resultado - pouso de emergência, perda de controle.	C9
Segurança – sabotagem, seqüestro, insanidade a bordo	C10
Condições metereológicas desfavoráveis - vento, tesoura de vento, gelo, chuva, má visibilidade	C11
Problemas corporativos (administração da Empresa)	C11
Ação terrorista, seqüestros e passageiros	C12
Colisão vinda de outra aeronave	C13
Desconhecido - causas indeterminadas.	C14
Desinformação - componente instalado sem esclarecimento de características operacionais	C15
Imprevisibilidade- Falta de avaliação de situações que conduzem a erros	C16
Imprevisibilidade – Avaliação errada devido à desinformação ou informação errada/incompleta	C17
Problemas corporativos- normas não apropriadas	C18

Tabela 8- Alterações (em vermelho) no grupo Causalidades de acidentes (Baseado nos indicadores da CENIPA)

5.2.3- Descritivo do sistema Aviation DataBase, operação e finalidade

Foi desenvolvido, para viabilizar e agilizar esta pesquisa, o sistema DataBase Aviation citado na página 145, para administração de informações, que montará e disponibilizará um banco de dados para ser utilizado como base para análise, cruzamento e extração da maior parte dos relatórios-produto previstos nesta monografia.

Cada código lógico carregará em si as informações sobre os fatores componentes e condicionantes de um acidente com a devida correspondência documentada no banco de dados que além deste código lógico apresentará dados da origem do registro acidente, data, dados do piloto e breve resumo. Serão elaborados, a partir deste banco de dados, mapas estatísticos com mapas de distribuição e índices estatísticos associados como desvio padrão, médias e medianas, e estudos indicando correlações. A figura 181 apresenta a tela principal de entrada no sistema.

O programa desenvolvido em uma linguagem (FOX III) e compilado com Clipper 5.3 permitirá ser utilizado em máquinas de configuração simples utilizando pouca memória e com sistema operacional WINDOWS 2000 profissional em diante com memória RAM a partir de 128 K. A vantagem desta base de dados é a possibilidade de exportação para múltiplas linguagem tipo MATLAB, EXEL, ORACLE E ACCESS devido à portabilidade dos arquivos em formato to tipo dbf. Além das próprias facilidades de geração de listas via o próprio FOX Base. Apresentamos as características e as telas principais do sistema:

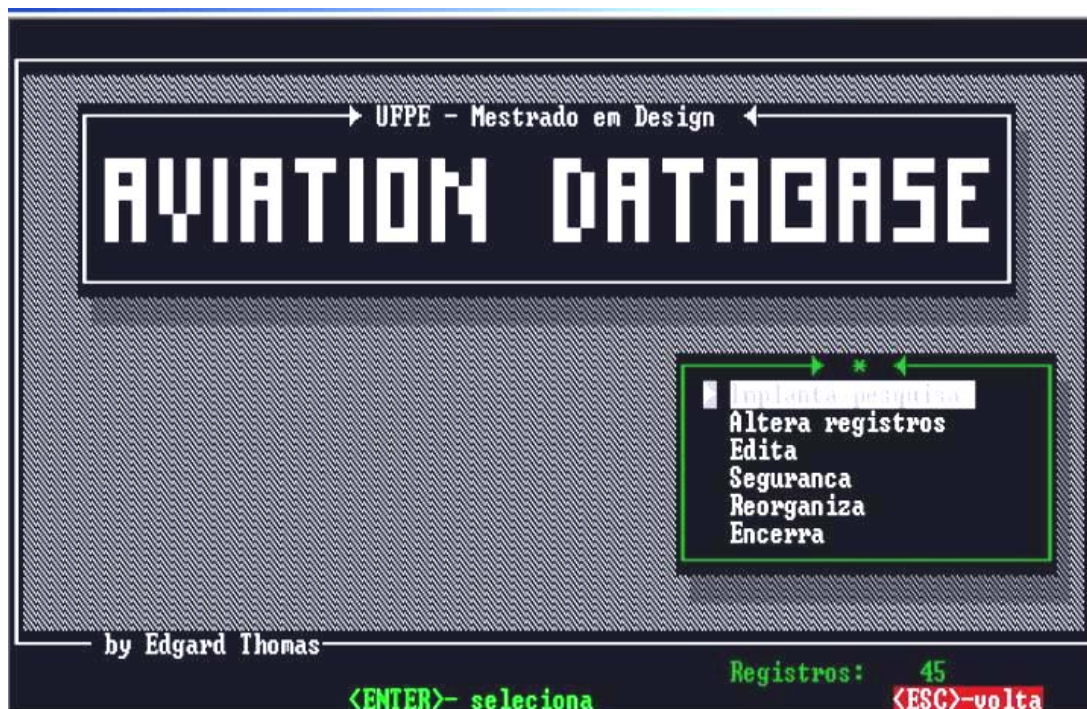


Fig.81- Tela principal de navegação - Permite uma seleção de aplicativos para implantar, alterar e editar

Opções permitidas pelo menu principal do sistema Aviation DataBase- (desenvolvido para esta pesquisa)

Implanta pesquisa.....Opção que implanta os dados do registro de acidente
 Altera registros.....Altera dados implantados
 Edita.....Possibilita analisar a base de dados e montar os relatórios
 Segurança.....Gera as cópias de segurança das Bases de dados
 Reorganiza.....Regenera os índices de acesso (indexadores)
 Encerra.....Saída normal do sistema via rotinas de segurança

O fluxograma da figura 82 indica a seqüência de uso das operações deste sistema. Após as etapas de implantação e geração de relatório, outros gráficos com outros softwares tipo Excel (Microsoft @ Copyright) serão utilizados para montagens diversas e apresentação nesta monografia.

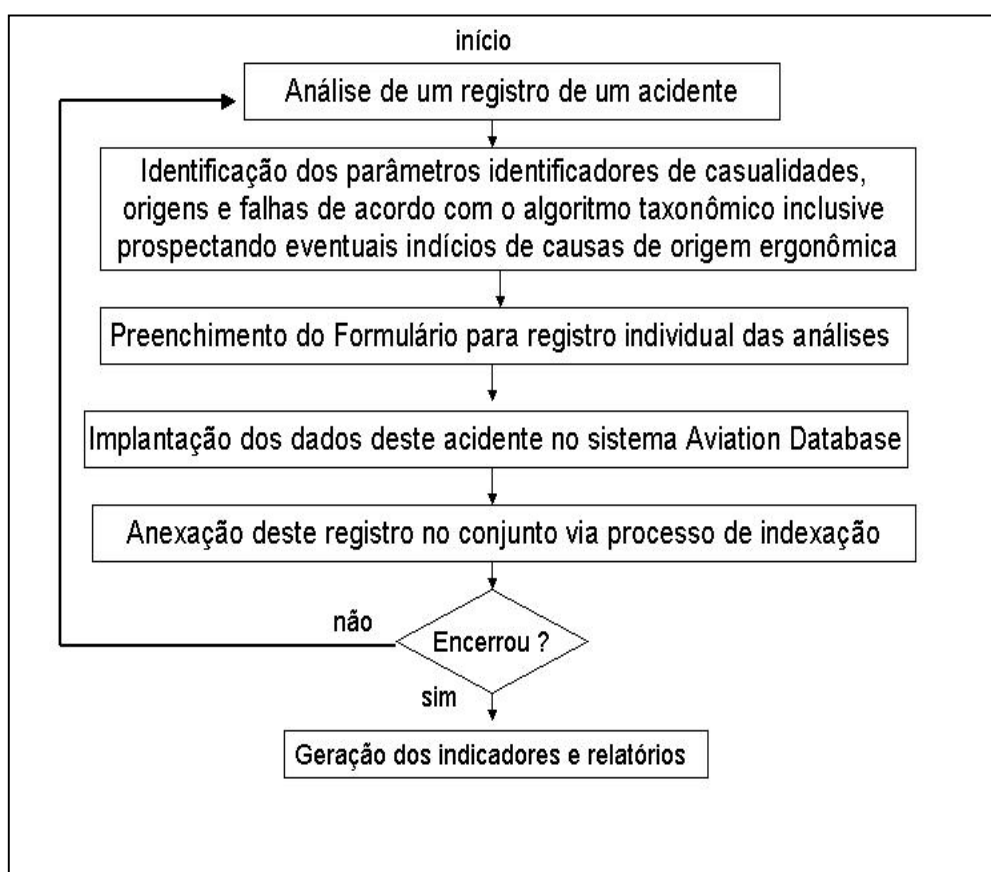


Fig.82- Fluxo de operações de uso do sistema Aviation Database

A figura 83 apresenta a tela de entrada de dados de um acidente. Para os descritivos do acidente foram estabelecidas codificações que serão tratadas para permitir correlações precisas. Cada Prefixo de aeronave será sua raiz na entrada, evitando duplicidades que imediatamente são bloqueadas pelo sistema. Esta interface de entrada de dados, desta forma, não permite a entrada de um prefixo de aeronave já implantado, já que esta informação é única e serve de identificador primário de cada aeronave do mundo.

Implantacao de pesquisa

			codigo: 21
>origem:	fonte:		
complemento:	tipo aeronave:		
>referencia:	prefixo:		
resumo:	Testa prefixo ou <enter>-nao testa		
indicio do erro:	Prefixo da aeronave :		
casualidade:			
data acidente:			
piloto: (horas)	experiente: (S/N)	idade:	
obs:			

campos obrigatorios == >

Fig.83- Tela de entrada de dados de cada acidente. Observe que a linha iniciada pelo campo referencia já apresenta a formação do código lógico quando estiver combinada com os outros campos subseqüentes.

Cada registro implantado pode ser decodificado e apresentado em sua compleição com todos os campos expandidos. O sistema apresenta seqüencialmente e rapidamente com opções de seqüencialidade progressiva e regressiva e de modo circular (registro a registro, do primeiro para o ultimo, em modo inverso ou ainda pela opção de acesso indexado por número de registro ou pelo

prefixo da aeronave. A figura 84 apresenta uma edição decodificada de um registro de um acidente. Este tipo de tela com dados decodificados pode ser seqüenciada registro a registro de forma contínua e imediata por vários tipos de teclas (< + - > e < Pgup Pgdn > além das setas cima e baixo)

```
* Fonte: CAA- CIVIL AVIATION AUTHORITY OF NEW ZELAND
Registro: 1 origem: CAA 04/3396 referencia: F2A4B7I8C14
Complemento: CESSNA A188 - AGRICOLA tipo aviao: P prefixo: ZK-CSM

Indicio de uma cadeia erros(FAA): I8 fase do voo: F2 Decolagem
Incapacidade de atingir objetivos

Indicios ergonomicos: B07
Fadiga e problemas fisiologicos/ Disturbios fisiologicos

Casualidade(CENIPA): C14
Desconhecido- causas indeterminadas

Erro cockpit(O'HARE): A4 Falha de recuperacao em perda

Data: 23/10/2004 piloto (hrs) 20480 exper. (S/N) S idade: 63

Resumo: Colisao com o solo apos decolagem
Obs: Estresse -provavel problema cardiaco

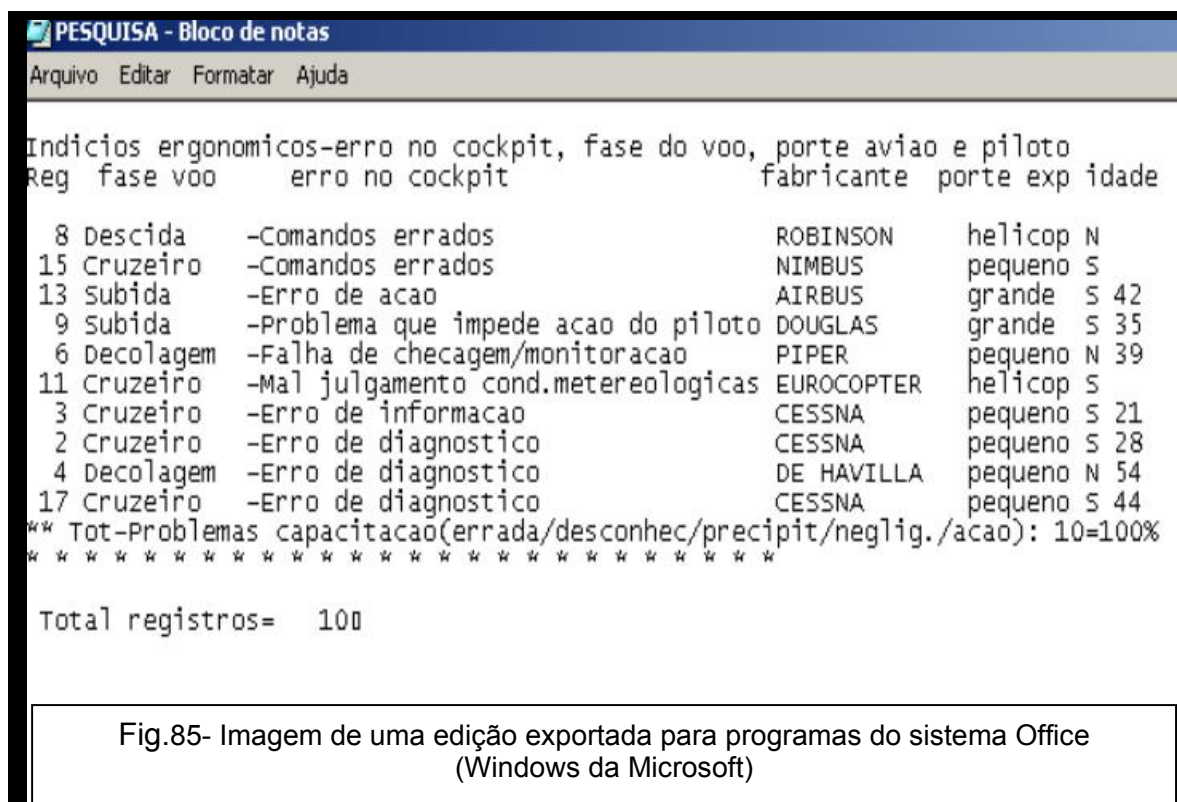
(-)traz (+)frente <F3>-printa =<ESC>-sai
```

Fig.84- Tela de um registro com os campos expandidos (decodificados)

Pode-se acessar um registro do banco de dados digitando o prefixo da aeronave ou o número do registro para correções ou edição inclusive para exportação a outros formatos e sistemas.

Este tipo de tela pode opcionalmente exportar para outros sistemas. O módulo da opção EDITOR com seu analisador e gerador de relatórios, permite exportar as montagens, diretamente para o formato apresentado para os sistemas Word ou Wordpad (Programas da Microsoft (@ Copyright).conforme pode-se ver na figura 85.

Este exemplo apresentado na figura 85 indica um modelo de relatório estatístico indicando erros no cockpit cruzando com fases do vôo com dados adicionais de fabricante e tipo da aeronave e ainda indicando dados do piloto como experiência e idade.



O sub-sistema EDITOR do DataBase Aviation permite dois processos distintos:

- 1) Trabalhar com todo o banco de dados
- 2) Trabalhar com partes específicas e relacionadas às análises
 - i. Seleção de um item ergonômico (**B_n**)- relacionada com o(s) tipo(s) de erro(s) que aponta para indício de falha ergonômica
 - ii. Seleção de um grupo de erro segundo a função
 - Grupo 1= erro fora cockpit
 - Grupo 2= erro no cockpit- relacionado à capacitação e conhecimento
 - Grupo 3= erro no cockpit- relacionado a fatores físico/emocionais

Uma vez selecionada a opção de analisar a parte ou o todo (Banco de dados) o sistema permite dois formatos de geração de produtos:

- 1) Combinação de condicionantes tendo como chave principal o condicionante ergonômico filtrado (selecionado)
 - 2) Focar o condicionante relacionando com os erros ergonômicos como fator de agrupamento
- A tela apresentada na figura 84 apresenta um modelo de navegação do sistema editor onde

pode-se selecionar em nível inicial as alternativas de análise por tipo de erro. Esta tela também apresenta que o sistema pode entrar com seleções parciais chamadas de FILTROS. Vê-se na figura 86 a entrada no gerador de relatórios- O módulo Editor.

Pode-se ver que as seleções principais do menu abaixo à direita da tela, onde se iniciam as montagens dos relatórios e correlações, partem dos componentes do polinômio que representa a análise de um acidente [$f ((F_n), (A_n), (C_n), (I_n), (B_n))$] descrito a partir da página 156.



Fig. 86- Uma das telas principais utilizadas como interface para montagem de relatórios estatísticos e correlações .

Dentre as seleções parciais (FILTROS) permitidas pelo sistema são:

- Seleção de um até três sub-componente ergonômico (vide tabela 6, grupo B_n)
- Seleção de grupos de análise segundo perspectivas e origens de erros

A figura 87 mostra a tela que permite a seleção de grupos e origens de erros permitidas pelo sistema:



Fig.87- Tela do sistema DataAviation que apresenta uma das alternativas de filtro. Este filtro se refere a origens e localização de erros ou seleção de perspectivas de falhas segundo Dekker (2002) e pode ser utilizado em qualquer opção apresentada no menu da figura 86 da pág. 189, estabelecendo uma grande amplitude processual para combinação e cruzamento de informações do banco de dados administrado por este sistema.

O sub-sistema EDITOR adicionalmente produz gráficos sobre quantidades e percentuais referenciados, para cada montagem selecionada, facilitando a visão dos valores correlacionados. Vê-se na figura 88 um exemplo de gráfico para uma seleção de erros em fases do voo.

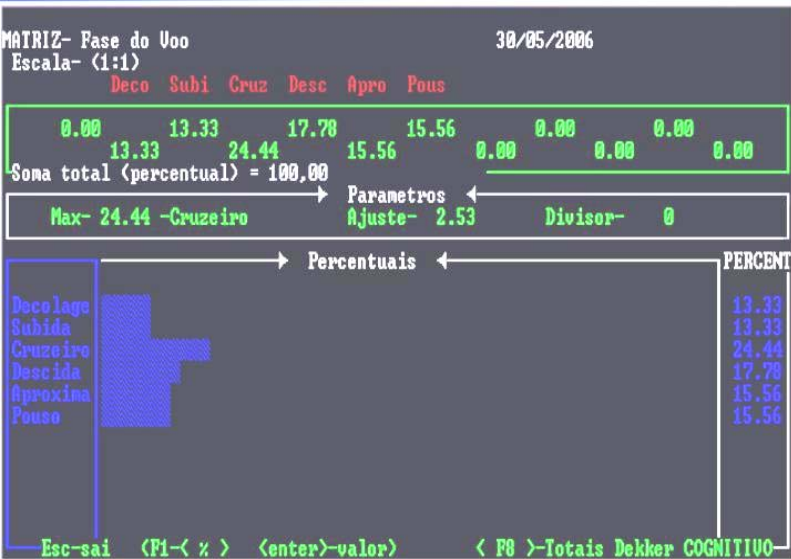


Fig.88- Tipo de gráfico produzido pelo sistema para as principais montagens do sistema.

Crítica de dados no sistema Aviation DataBase

De cada registro de acidente são extraídos os códigos referentes a cada grupo do algoritmo taxonômico (casualidades segundo a CENIPA, indícios de uma cadeia de erros segundo a FAA , fases do voo, tipo de visibilidade e outros dados que pode-se visualizar na figura 81 (página 186) correspondente à tela de entrada de dados deste sistema que foi desenvolvido para apoiar a pesquisa. A seqüência de operações para o tratamento e implantação de cada registro de acidente está descrito na figura 83 da página 186.

Os dados são codificados segundo os grupos do algoritmo sem, contudo, alterá-los. Houve preocupação em manter a integridade dos relatos, apenas codificando-os com precisão. O sistema critica os limites e valores dos códigos e as duplicidades, evitando deformação na amostra pela entrada de registros já implantados. Muitos acidentes puderam ter mais de uma leitura, já que estão descritos em mais de um órgão oficial de controle, prevenção e investigação de acidentes aéreos. Este procedimento serviu para conferir a integridade dos dados implantados.

O indicador de univocidade escolhido foi o prefixo da aeronave, já que este referencial é único para cada aparelho. O sistema contempla rotinas de segurança que regenera sistematicamente os índices de acesso (indexadores) e realiza uma varredura de identificação de registros corrompidos pelo computador por problemas de arquivamento magnético ou ótico.

6– A APLICAÇÃO DO MÉTODO

6– A APLICAÇÃO DO MÉTODO

Estudo dos registros de acidentes e incidentes com aeronaves- coleta e tratamento dos dados

6.1- Considerações sobre o levantamento e tratamento de dados

Procuramos coletar informações sobre registros de acidentes e incidentes com aeronaves em fontes oficiais e representativas em todo o mundo. A diversidade e aleatoriedade foi uma tônica adotada, de modo que não houvesse discriminação nem concentração de tipos de acidentes nem vícios de redação nem tendências nas observações e análises, fugindo das linhas de redação e de conhecimento técnico similares encontradas em equipes de análise de acidentes de um mesmo país.

Uma fonte de registro de acidentes interessante explorada por nossa pesquisa foi a oferecida pela American Safety, que é uma fundação nos Estados Unidos que compila acidentes de fontes de todo o mundo e redige suas informações em um formato interessante para o propósito de nossa pesquisa porque apresenta causas principais segundo as classificações da FAA, indica causas secundárias, estuda aspectos ergonômicos (superficiais) tipo dificuldades dos pilotos com usar as interfaces, indica as condições meteorológicas do momento do acidente, prospecta as condições de saúde e mentais dos pilotos envolvidos nos acidentes, indica a situação de habilitação dos pilotos e das aeronaves. Todos os registros selecionados para análise foram implantados no sistema computadorizado de apoio Aviation DataBase e os dados de coleta e as imagens das implantações estão arquivadas no departamento de Design do Centro de Ciências e Artes da Universidade Federal de Pernambuco.

As seguintes entidades foram pesquisadas para obtenção de registros de acidentes aeronáuticos:

- CENIPA- Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (BRASIL)
- SIPAER- Serviço de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (BRASIL)
- CNPAA- Comitê Nacional de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (BRASIL)
- FAA (Federal Aviation Administration) – Estados Unidos da America
- SERAC- Serviço de Controle de Aeronaves da Aviação Civil- Min.Defesa (BRASIL)
- SNPAA- Serviço Nacional de Proteção ao Vôo (BRASIL)
- NTSB- National Transportation Safety Board (Estados Unidos da América)
- CAA / NZ- Civil Aviation Authority of New Zeland (Nova Zelândia)

- TSB- The Transportation Safety Board of Canada (Canadá)
- AVIATION SAFETY NETWORK (Estados Unidos da América)- A Aviation Safety é uma fundação de apoio à prevenção de acidentes possuindo um bem estruturado banco de dados de acidentes. Segundo a documentação, esta entidade utilizou as seguintes literaturas para estruturação de sua base de informações:
 - Eastwood, A.B. and J. Roach. Piston engine airliner production list. - West Drayton : The Aviation Hobby Shop (TAHS), 1996. - 492 p.
 - Hillman, P. S. Jessup and G. Ottenhof. Soviet Transports. - West Drayton : The Aviation Hobby Shop (TAHS), 1996. - 540 p.
 - Roach, J. and A. Eastwood. Turbo prop airliner production list. - West Drayton : The Aviation Hobby Shop (TAHS), 2001. - 528 p.
 - Roach, J. and A. Eastwood. Jet airliner production list. - West Drayton : The Aviation Hobby Shop (TAHS), 1992. - 514 p.

As seguintes fontes de registro de acidentes foram utilizadas pela Aviation Safety:

- Gero, D. Aviation Disasters : the world's major civil airliner crashes since 1950. - Sparkford : PSL, 1993. - 224 p.
- ICAO Adrep Summary / International Civil Aviation Organization (ICAO)
- ICAO Circular Aircraft Accident Digests / International Civil Aviation Organization (ICAO)
- NTSB Aircraft Accident Reports / National Transportation Safety Board (NTSB)
Accident Synopses / National Transportation Safety Board (NTSB)
World Airline Accident Summary (CAP-479) / Civil Aviation Authority (CAA). - London : CAA. - 2 Volumes [Airclaims Ltd. - ISSN 1366-6800]

Fontes utilizadas pela entidade Aviation Safety para dupla conferência:

- Denham, T. World directory of airliner accidents-Sparkford : PSL, 1996. - 320
- Kimura, C. World Commercial Aircraft Accidents 1946-1992. - Livermore, CA : Lawrence Livermore National Laboratory, 1993. - dif.pag.
- Klee, U. JP airline fleets international
- Air Safety Week (revista periódica de aviação)

6.2- Organização dos relatórios e mapas estatísticos

Este sub-capítulo apresenta uma análise dos resultados estatísticos produzidos na pesquisa.

A apresentação dos resultados estatísticos e dos estudos da pesquisa manterá a ordem de leitura dos componentes que integram o algoritmo taxonômico.

O objetivo deste estudo é prospectar, neste grande número de variáveis, o que muitas vezes, se apresentam apenas como fragmentos de causalidades ergonômicas que contribuíram para os acidentes ou que, às vezes, se apresentam muito claramente.

Um dos pontos importantes no formato dos resultados, que só foi possível com o sistema Aviation DataBase (sub-capítulo 5.2.3), foi correlacionar as variáveis de diversas formas buscando características próprias em certos acidentes, até que denotaram um conjunto de detalhes que passaram a apontar, então, para origens cognitivas e para outras falhas ergonômicas.

Um importante exemplo desta afirmativa, refere-se ao estado emocional dos pilotos que fica muito afetado em vôos noturnos ou sem visibilidade ou com mau tempo. Com isto, os cuidados traduzidos em avaliações, treinamento, seleção de pilotos para estes vôos nestas condições, que são muito freqüentes, deveriam ser tratados de forma diferente. O processo de treinamento também deveria diferenciar mais enfaticamente este cenário.

Os órgãos encarregados de investigações e profissionais das áreas de psicologia e ergonomia deveriam realizar um trabalho científico conjunto para determinar conclusões mais amplas. Estes estudos se traduziriam em recomendações para as entidades encarregadas de prevenção de acidentes com aeronaves. A apresentação manterá a mesma seqüência de navegação neste algoritmo usado para classificação dos erros. Assim sendo, as apresentações terão o seguinte conteúdo e organização a seguir:

- I- Apresentação dos estudos estatísticos dos sub-componentes que integram o núcleo de algoritmo
 - 1. Estudos dos grupos de erros segundo Nagel (1988)
 - 2. Estudos das perspectivas de erros segundo Dekker (2002)
 - 3. Estudos de erros dentro e fora do cockpit segundo O'Hare (1994)
- II- Apresentação dos estudos estatísticos dos sub-componentes que integram as fases do vôo
- III- Apresentação dos estudos estatísticos dos sub-componentes que integram os indícios reveladores de uma cadeia de erros
- IV- Apresentação dos estudos estatísticos dos sub-componentes que integram as causalidades dos acidentes

- V- Apresentação dos estudos estatísticos do componente visibilidade quando ocorreram os acidentes
- VI- Apresentação dos estudos estatísticos dos sub-componentes que integram os tipos e portes das aeronaves
- VII- Apresentação dos estudos estatísticos dos sub-componentes que integram os eventuais indícios ergonômicos nos grupos:

Os estudos desta pesquisa estruturam o foco das análises em dois períodos temporais:

- Período sem automação até o início da automação (décadas de 40 a 70 inclusive)
- Período com automação nas aeronaves (décadas de 80 até hoje)

Devido às quantidades de registros dos acidentes implantados no banco de dados serem diferentes para estes dois grupos de amostras, serão por isto apresentados os gráficos, sob a forma de percentuais, onde as diferenças de quantidades estão normalizadas a um padrão de similaridade (percentual). As listas e gráficos estatísticos e comentários serão apresentados na sequência dos descritivos dos itens I a VII, deste sub-capítulo. Apresentaremos as funções extração dos produtos de análise de cada item:

- a) Estatística geral de cada componente do algoritmo correspondente a todo o período (décadas de 40 a 2000), com as respectivas observações e conclusões parciais.
- b) Estatística parcial do componente do algoritmo, referentes às fases sem automação (período dos anos 40-70) e com automação (80-2000) com as observações e conclusões parciais.
- c) Os mapas referentes a cada componente, gerados pelo sistema Aviation DataBase (descrito no capítulo anterior) fazem parte do Apêndice 2 desta monografia e serão referenciados no momento da citação.
- d) Eventuais complementos de sub-componentes também poderão fazer parte do estudo de um componente (op.cit.)

6.3- Apresentação dos produtos da pesquisa e discussão dos resultados

6.3.1- Componente de classificação (I)- Apresentação dos estudos estatísticos dos sub-componentes que integram o núcleo de algoritmo

A descrição deste componente e também dos outros componentes do algoritmo para classificação de erros está detalhada nas páginas 147 a 161 desta monografia. A figura 89 mostra as participações dos sub-componentes integrantes deste grupo e seus os descritivos, no núcleo do algoritmo. Estes itens são novamente organizados em grupos de análise segundo os tipos de erro (Nagel, 1988) e perspectivas (Dekker, 2002) e terão uma formatação gráfica apresentada mais adiante.

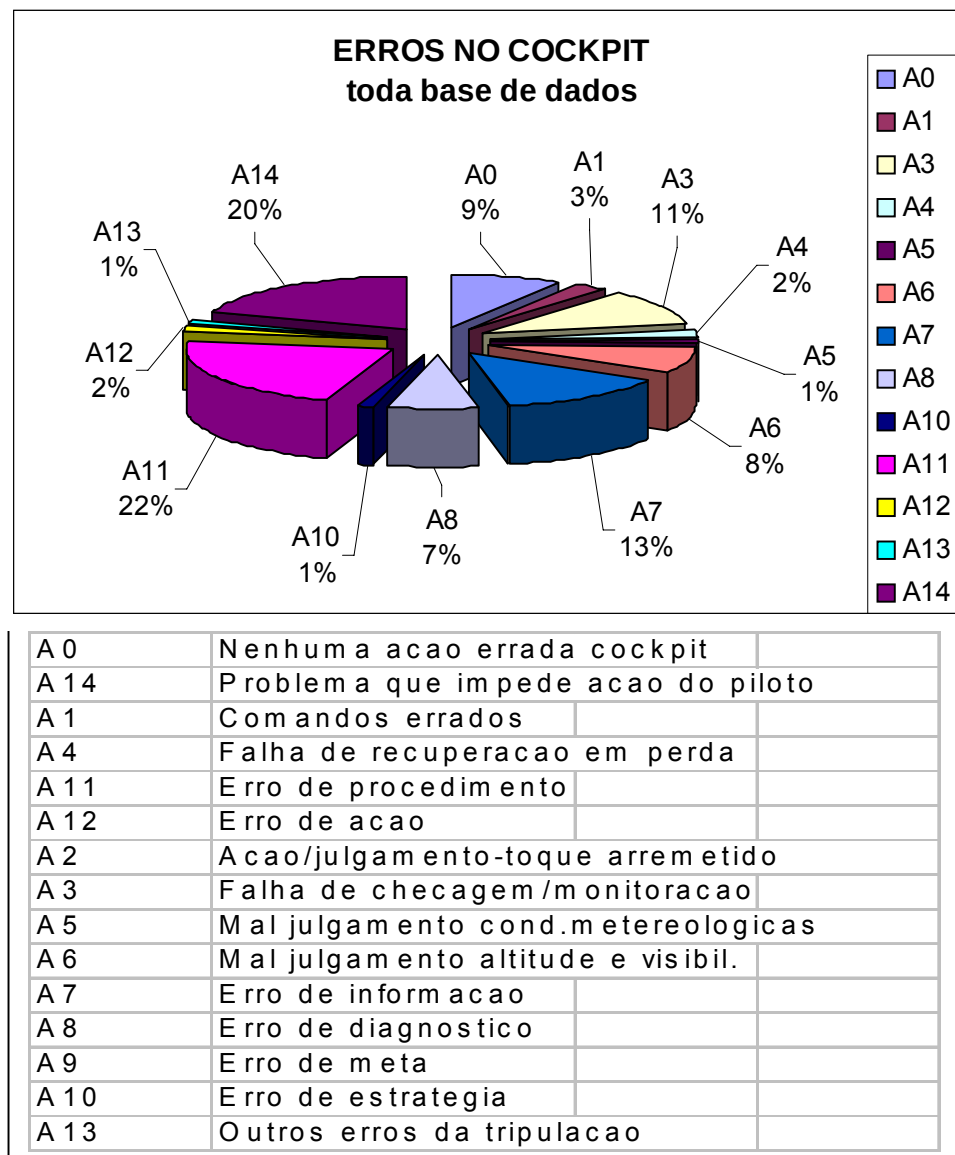
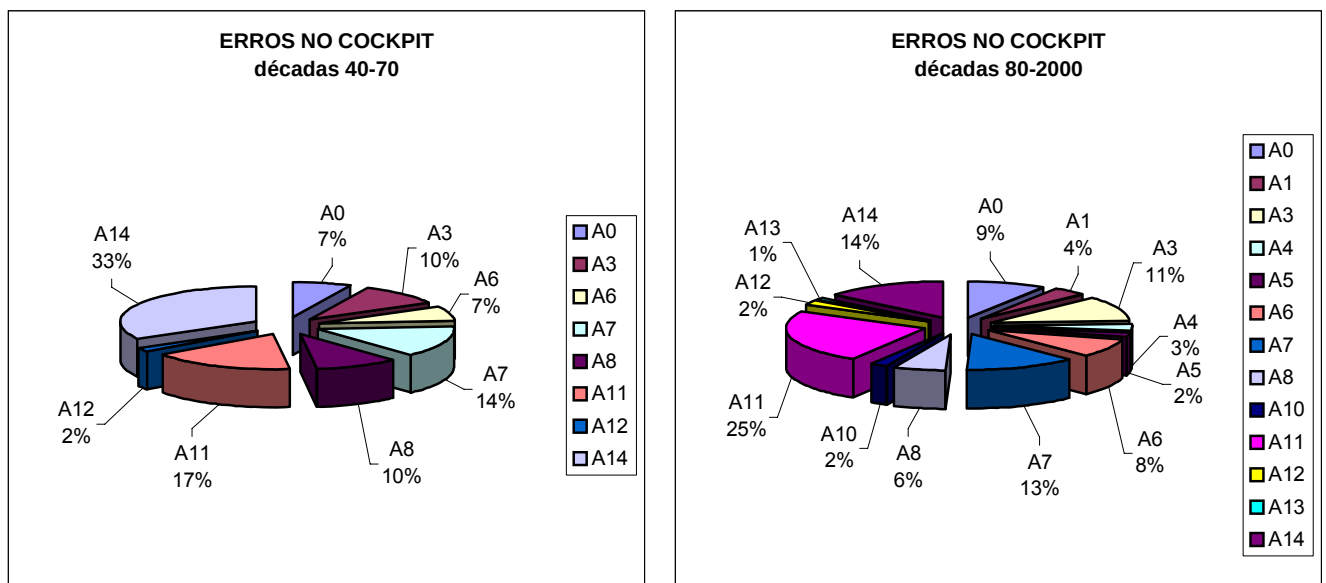


Fig. 89- Erros no cockpit

Pode-se verificar que em nove por cento dos acidentes implantados na base de dados, não houve nenhum erro dos pilotos (componente A0), apontando para outras identificações de erros em outras categorias e os tipos de que serão tratados e classificados por outros grupos de classificação de erros do algoritmo (itens I a VII- op.cit.).

O cruzamento e a combinação das análises dos erros editados sob diversas formas, tomando por referência as classificações de erros indicadas pelas entidades FAA (Federal Aviation Administration), CENIPA (Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes) e ICAO (International Civil Aviation. Organization) permitirá o direcionamento desejado, na leitura do registro de um acidente aeronáutico, para permitir prospectar uma eventual identificação de origens ergonômicas nas causalidades deste acidente.

Os dados estatísticos apresentados para o componente ERROS NO COCKPIT, para todo o período implantado na base de informações (década de 40 até hoje), é muito similar ao visto nas décadas de 80 a 2000 (época de automação). Mas pode-se ver nas figuras 88 a 89 algumas modificações importantes nos indicadores (período sem automação na aviação e no período com automação). As figuras 88 e 89 mostram as variações nestas estatísticas e indicadores para estes dois períodos.



Figs. 90a e 90b- Indicadores de erros no cockpit nas décadas de 40-70 (período da aviação sem automação) e indicadores de erros no cockpit nas décadas de 80-2000(com automação)

O gráfico da figura 90 combina os gráficos 89, 90a 90b acima, que representam os erros em cockpits nos períodos das décadas 40-70 e 80-2000 de todo período. Pode-se visualizar diretamente as variações ocorridas nos sub-componentes. Para possibilitar a eliminação da deformação devido à

heterogeneidade de participação dos sub-componentes e tamanhos das amostras correspondentes a estes períodos e também para normalizar o comparativo, os índices são tratados como percentuais relativos ao grupo, dentro de cada período.

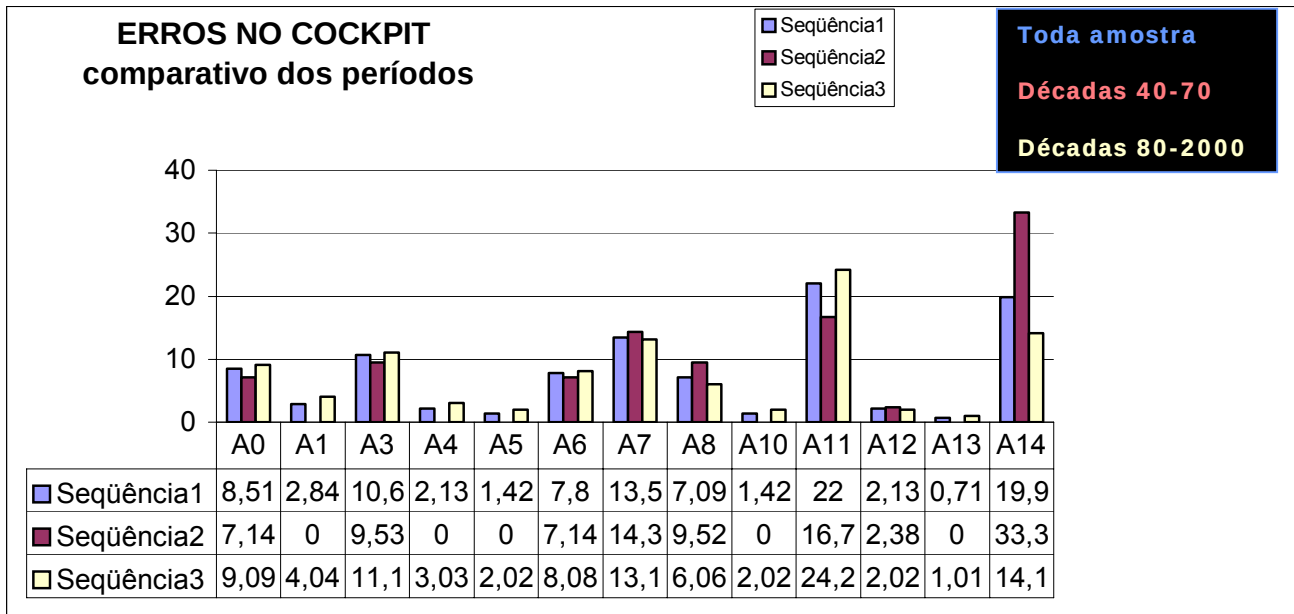


Fig 91- Combinação dos erros em cockpits nos períodos 40-70 e 80-2000 e todo período

Observa-se no gráfico da figura 91, variações importantes nos componentes A11-ERRO DE PROCEDIMENTO e A14-PROBLEMA QUE IMPEDE A AÇÃO DO PILOTO e A1- ERRO DE COMANDO. Os componentes A1 e A11 (PROCEDIMENTOS E COMANDOS errados), paradoxalmente, aumentaram sua participação nas décadas 80-2000, apesar da introdução da automação apoiando as operações das aeronaves.

Pode-se observar, nas figuras 89 e 90b, a similaridade do gráfico representativo para a década da automação na aviação (80-2000) com o gráfico representativo de todo período da base de dados (40-2000). Houve pouca variação dos percentuais relacionados aos sub-componentes. Os relatórios detalhados utilizados como fontes para geração destes gráficos foram emitidos pelo sistema Aviation DataBase e fazem parte do apêndice 1. Este sistema para processamento e análise estatística está descrito nas páginas 164 a 170.

Outro objetivo do gráfico da figura 89 é apontar para os acontecimentos da época em que foi introduzida a automação nas aeronaves (décadas de 80-2000), poucas alterações percentuais em relação ao tipo de erro nos cockpits se modificaram em comparação com a observação estatística de todo o período da amostra (décadas de 40-2000).

Classificação dos erros do núcleo do cockpit

Estudos dos estágios de erros segundo Nagel (1988)

As causalidades de erros no cockpit neste formato são categorizados por AÇÃO, INFORMAÇÃO E DECISÃO e estão apresentadas na figura 92. Esta representação se refere a toda a amostra. Os sub-componentes do núcleo do algoritmo que integram cada grupo desta classificação de erros, segundo Nagel, estão descritos na tabela 9.

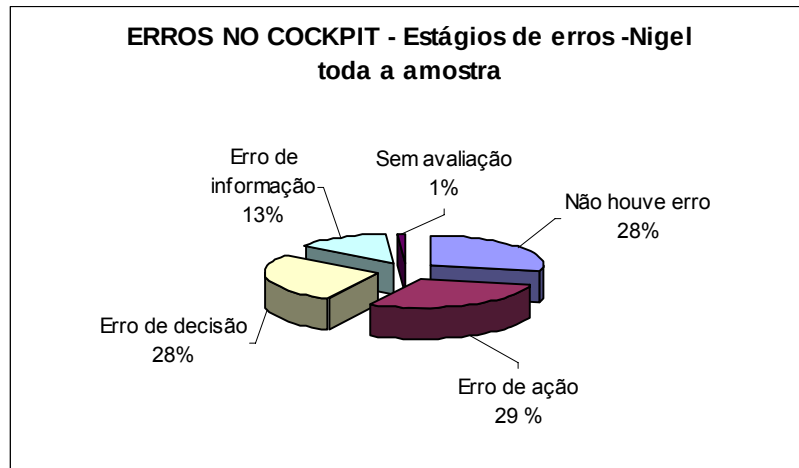


Fig.92 – categorias de erros segundo Nagel (1988)

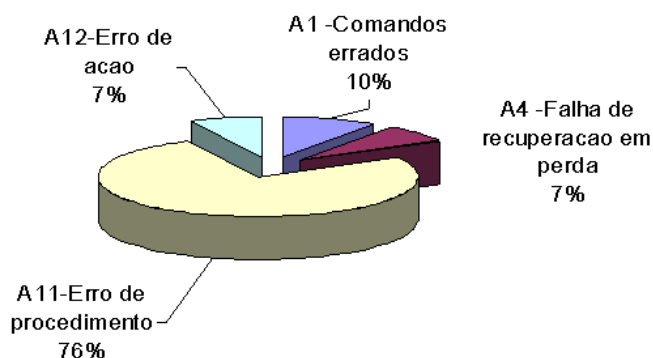
Os grupamentos de sub-componentes que integram as classificações dos estágios de erros segundo Nagel (1988) estão apresentados na tabela 7.

A 0	Nenhuma ação errada cockpit	Nenhum erro cockpit
A 14	Problema que impede ação do piloto	
A 1	Comandos errados	Ação
A 4	Falha de recuperação em perda	
A 11	Erro de procedimento	
A 12	Erro de ação	
A 2	Ação/julgamento-toque arremetido	Decisão
A 3	Falha de checagem /monitoração	
A 5	Mal julgamento cond.meteorológicas	
A 6	Mal julgamento altitude e visibil.	
A 8	Erro de diagnóstico	
A 9	Erro de meta	Informação
A 10	Erro de estratégia	
A 13	Outros erros da tripulação	
A 7	Erro de informação	

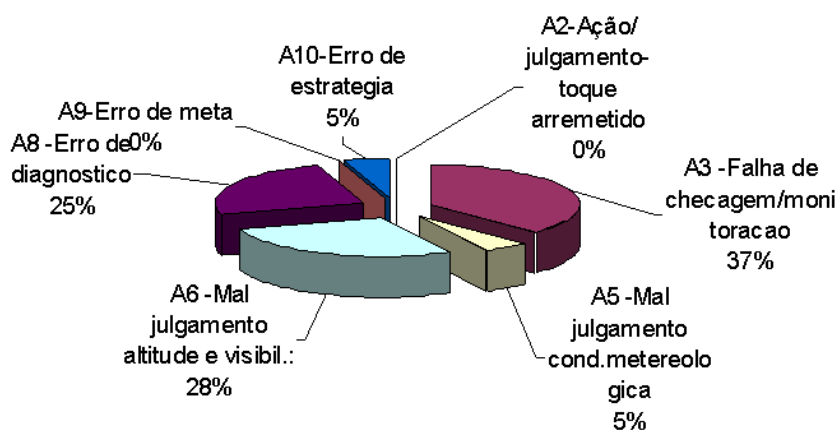
Tab 9- Categorização dos erros no cockpit segundo Nagel (1988)

Os sub-componentes de estágio de erros que integram o grupo ERROS DE AÇÃO (que significa 29,08% de toda a amostra) estão apresentados na figura 93a e os integrantes do grupo DECISÃO (que significa 28,37% de toda a amostra) estão apresentados na figura 93b com seus percentuais participativos dentro dos próprios grupos.

ERROS NO COCKPIT NAGEL estágio de erros
erros de AÇÃO: 29,08% da amostra
distribuição dos subcomponentes no grupo:

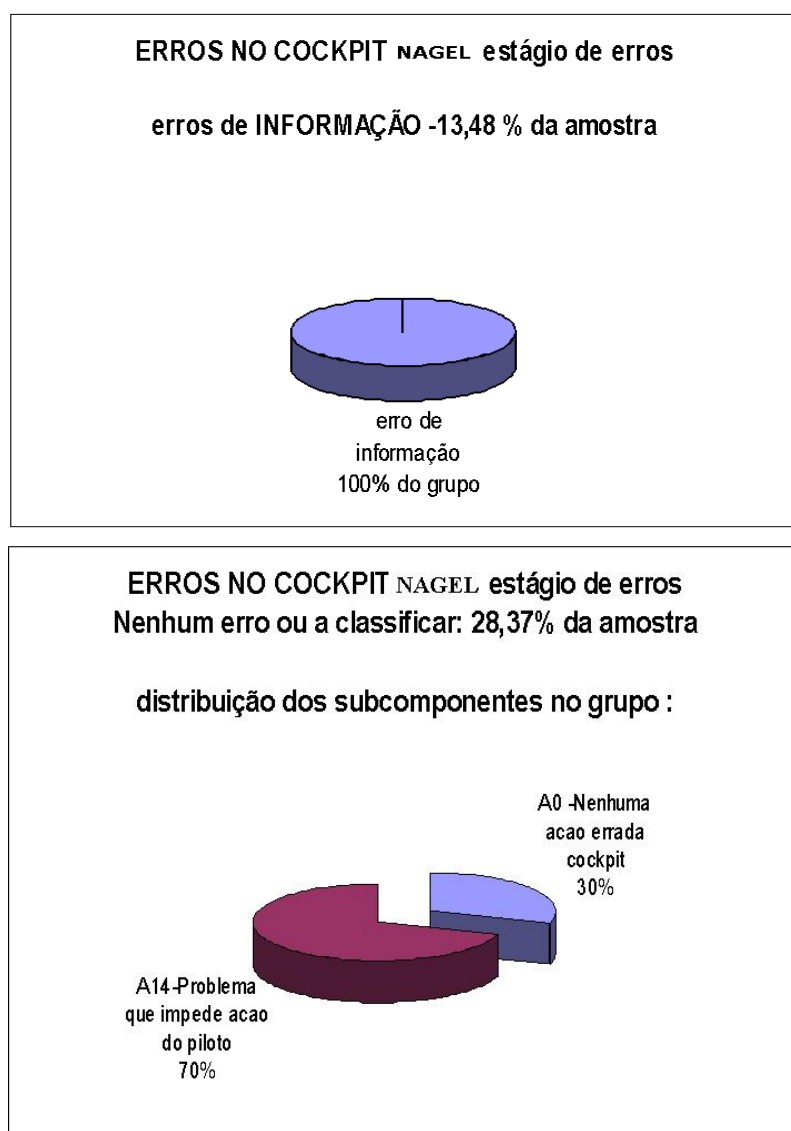


ERROS NO COCKPIT NAGEL
estágio de erro: DECISÃO 28,37% da amostra
participação dos subcomponentes no grupo:



Figs.93a e 93b –Participação dos sub-componentes que integram os grupos AÇÃO E DECISÃO dos estágios de erro segundo Nagel (1988)

Os sub-componentes de estágio de erros que integram o grupo NÃO HOUVE ERRO (que participa com 28,37% de toda a amostra) e ERROS DE INFORMAÇÃO (que significa 13,48% de toda a amostra) estão apresentados na figura 94a e 93b com seus percentuais participativos dentro dos próprios grupos.



Figs. 94a e 94b- Sub-componentes dos grupos erros de INFORMAÇÃO e NÃO HOUVE ERRO segundo o estágio de erro segundo Nagel (1988) . Na figura 94a esta classificação só se integra com um único tipo de erro - **A7**. Vide tabela 7 (por isto se apresenta como 100 % do grupo)

Pode-se ver a grande participação do componente A11-ERRO DE PROCEDIMENTO no grupo de estágio de erro de AÇÃO na figura 93a. As considerações sobre estes índices estão detalhadas no próximo capítulo desta monografia.

Estudos dos estágios de erros segundo Dekker (2002)

As perspectiva de erros humanos propostas por Dekker (2002) em seus estudos de erros humanos na aviação são categorizados em COGNITIVA e SISTÊMICA (podendo ainda, estes erros terem influência AEROMÉDICA / PSICOSOCIAL). A distribuição dos tipos de erros segundo esta perspectiva está apresentada na figura 95a. Esta representação se refere a toda a amostra (período da década de 40 até 2005). Os sub-componentes do núcleo do algoritmo que integram cada grupo desta classificação estão descritos na tabela 10.

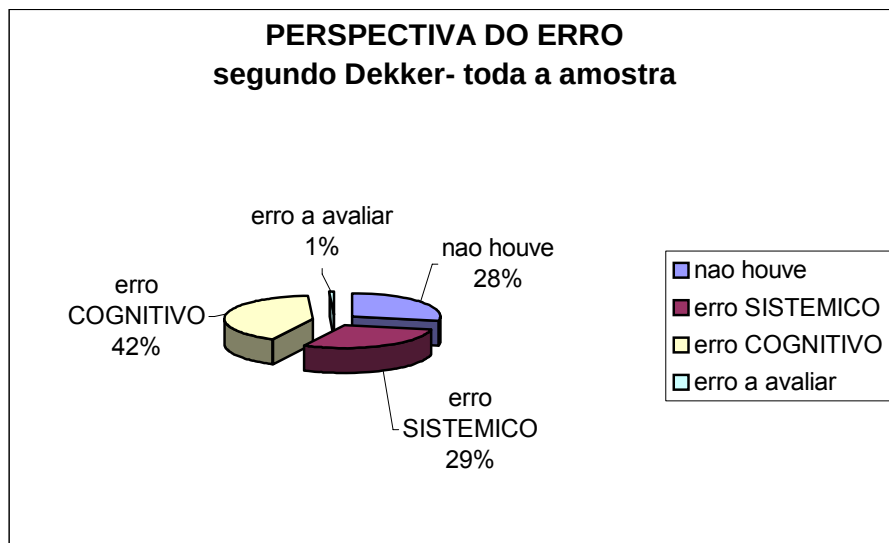


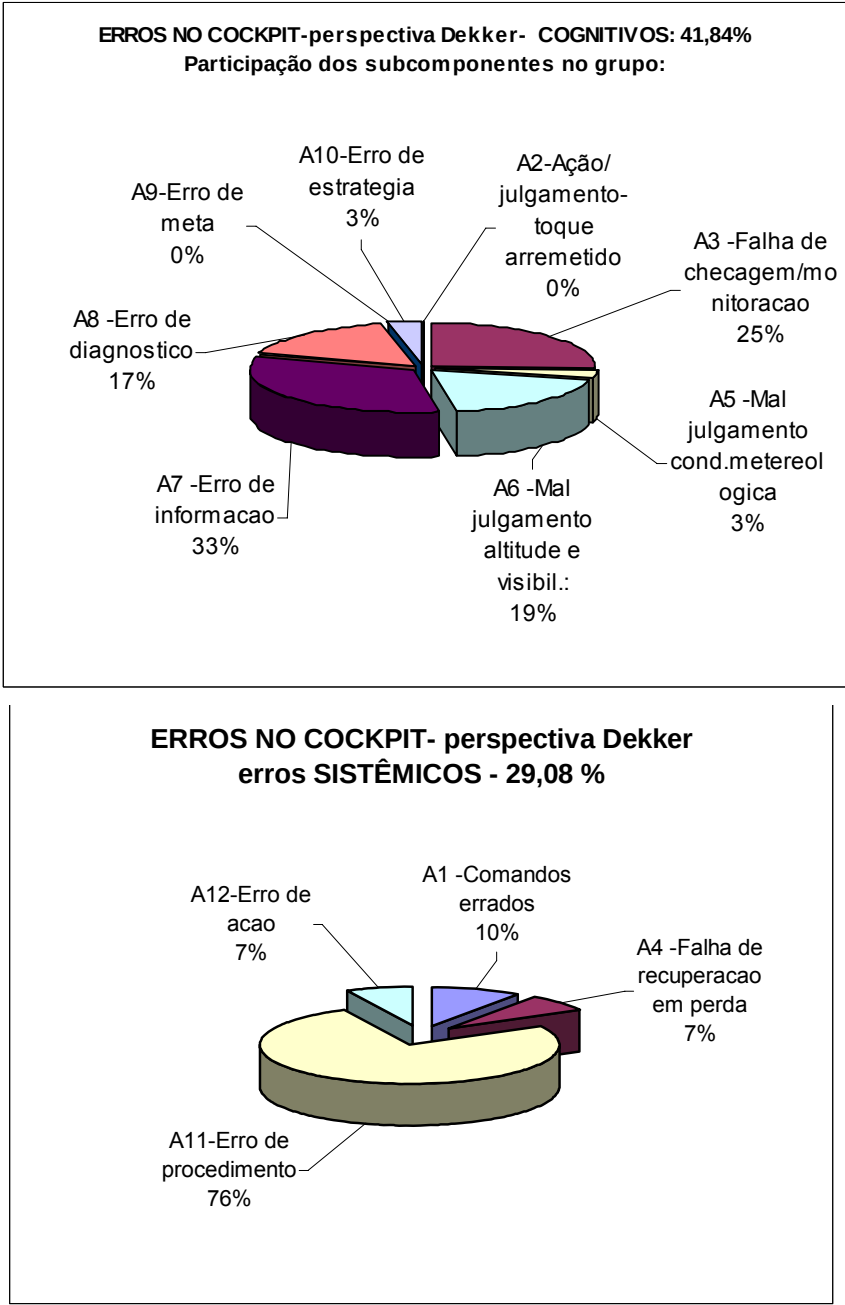
Fig.95a– categorias de erros segundo Dekker(2002)

Os grupamentos de sub-componentes que integram as classificações das perspectivas de erros segundo Dekker (2002) estão apresentados na tabela 10 abaixo.

A 0	Nenhuma acao errada cockpit	Nenhum erro
A 14	Problema que impede acao do piloto	
A 1	Comandos errados	Erro SISTEMICO
A 4	Falha de recuperacao em perda	
A 11	Erro de procedimento	
A 12	Erro de acao	
A 2	Acao/julgamento-toque arremetido	Erro COGNITIVO
A 3	Falha de checagem/monitoracao	
A 5	Mal julgamento cond.metereologicas	
A 6	Mal julgamento altitude e visibil.	
A 7	Erro de informacao	
A 8	Erro de diagnostico	
A 9	Erro de meta	
A 10	Erro de estrategia	
A 13	Outros erros da tripulacao	

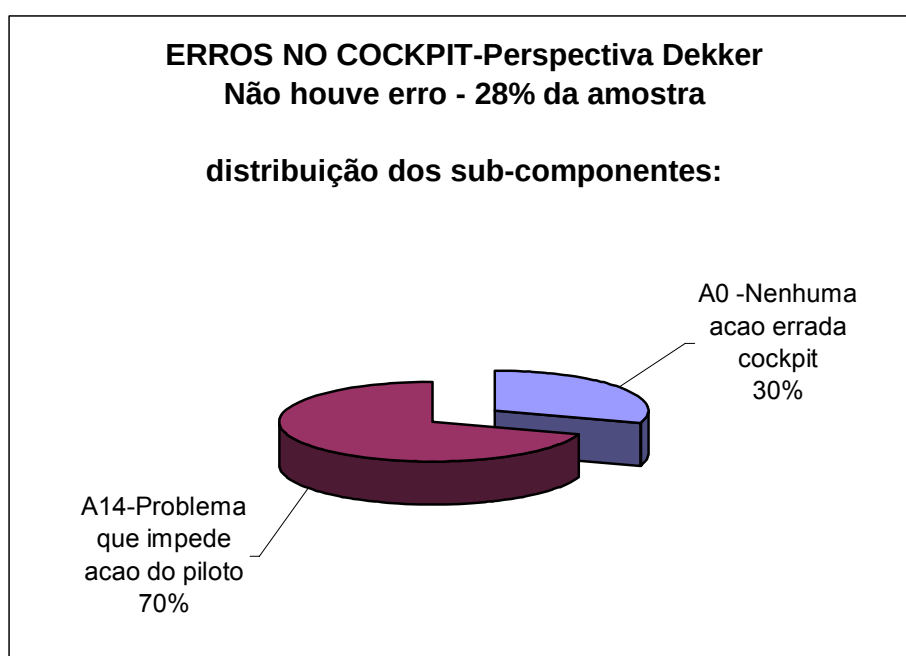
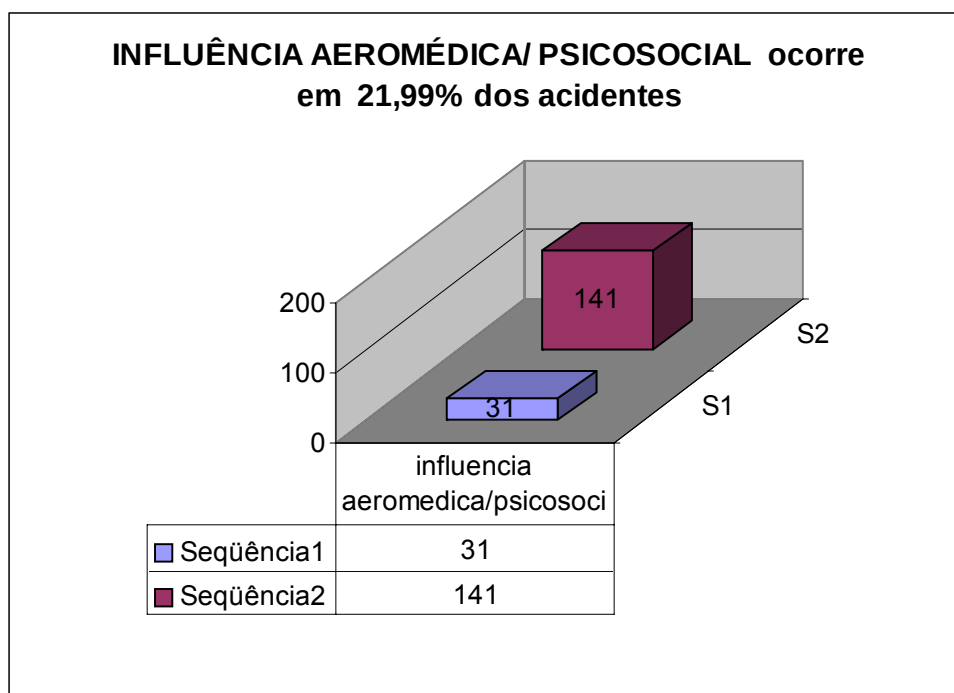
Tab 10- Categorização das perspectivas de erros segundo Dekker (2002)

Os sub-componentes para as perspectivas de erros segundo Dekker que integram o grupo ERROS COGNITIVOS (que significa 41,84% de toda a amostra) e o grupo ERROS SISTÊMICOS (que participa com 29,08 % de toda a amostra) estão apresentados na figura 95b e 95c com seus percentuais participativos dentro dos próprios grupos.



Figs. 95b e 95c- Sub-componentes e suas participações percentuais dentro das classificações que integram as perspectivas de erros segundo Dekker para os grupos ERROS COGNITIVOS E ERROS SISTÊMICOS.

Os sub-componentes para as perspectivas de erros segundo Dekker que integram o grupo NÃO HOUVE ERRO (que significa 28,37 % de toda a amostra) e as classificações de influência AEROMÉDICA e PSICOSOCIAL (que participa em 21,99% de toda a amostra) estão apresentados na figura 96a e 96b com seus percentuais participativos dentro dos próprios grupos.



Figs. 96a e 96b – Grupos NÃO HOUVE ERRO e de INFLUÊNCIA AEROMÉDICA segundo as perspectivas de erro segundo Dekker e respectivas participações dentro destes grupos

Comparativos dos estudos Nagel e Dekker nos períodos antes e pós automação

Os gráficos das figuras 97 e 98 apresentam as ocorrências de erros no cockpit classificados nos grupos segundo Nagel (1944) e Dekker (2002) para os períodos antes da automação e pós automação. Vê-se que os erros de ação e decisão não diminuíram com a automação e que, igualmente, os erros cognitivos tenderam a piorar com a automação nas aeronaves.

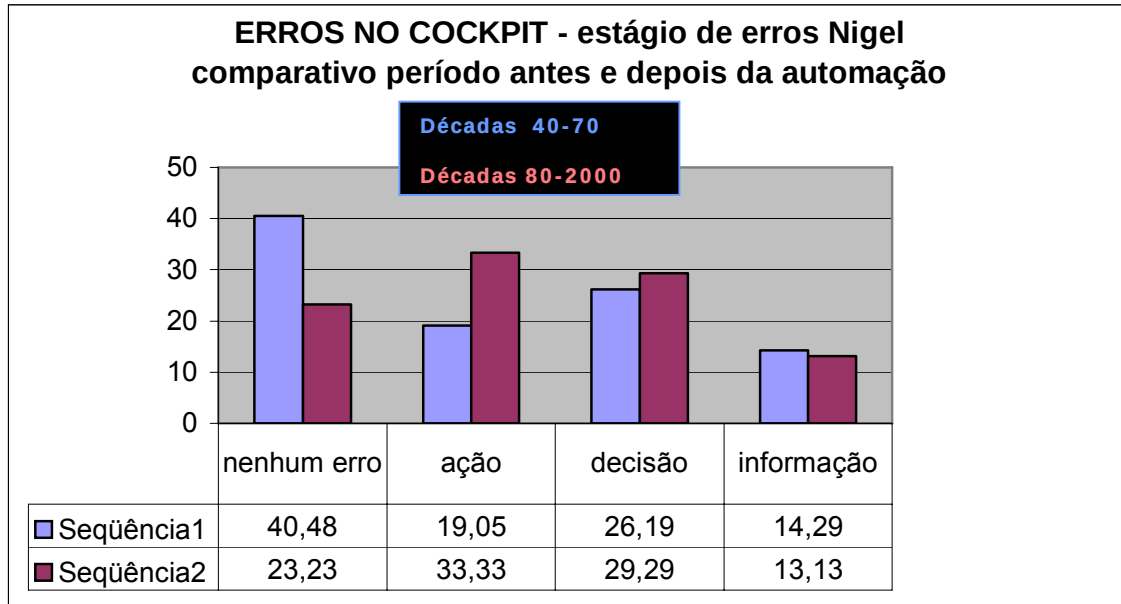


Fig.97-Comparativo das ocorrências de erros no cockpit classificados nos grupos segundo Nagel (1988) para as décadas antes e pós automação.

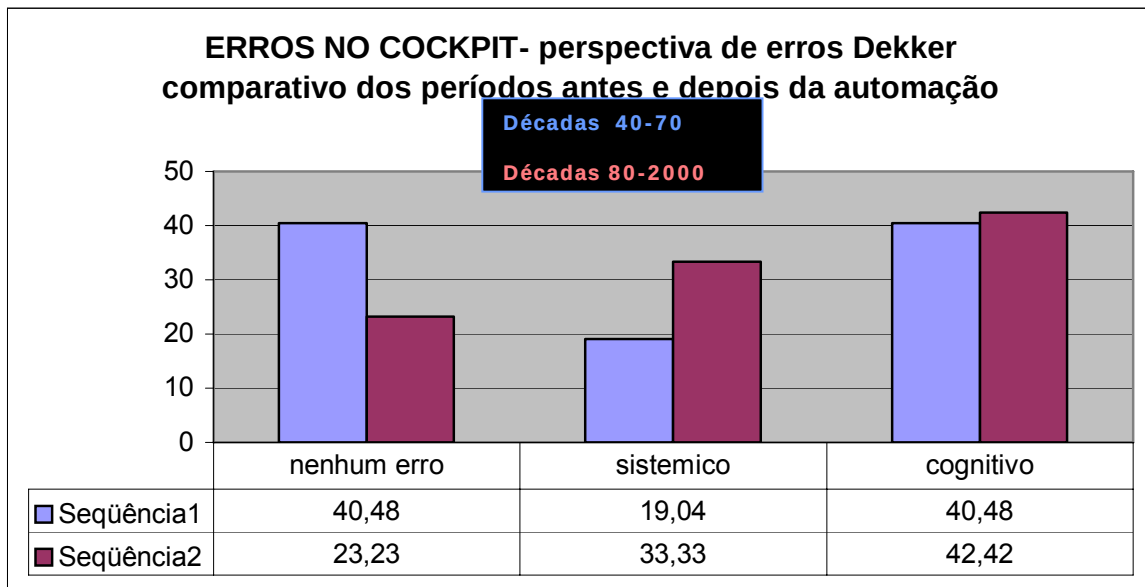


Fig.98-Comparativo das ocorrências de erros no cockpit classificados nos grupos segundo Dekker(2002) para as décadas antes e pós automação.

Discussão dos dados- erros no cockpit- núcleo do algoritmo taxonômico

A era da automação nas aeronaves e as novas tecnologias de navegação deveriam apontar para soluções e melhorias em situações onde ocorrem erros na aviação. Somos levados a presumir que utilizar a robótica e a mecatrônica (componentes mecânicos dinâmicos associados a procedimentos programados em computadores) auxiliando as decisões e ações dos pilotos reduziram drasticamente as falhas processuais na pilotagem de aeronaves.

Entretanto pode-se verificar nos gráficos 88a, 88b e 89 que os sub-componentes A11-ERRO DE PROCEDIMENTO e A1- ERRO DE COMANDO que integram o núcleo do algoritmo taxonômico (figura 73, pagina 170) apresentam aumento de suas participações nas ocorrências de causalidades nos registros de acidentes com aeronaves, paradoxalmente, aumentando sua participação nas décadas 80-2000, apesar da introdução desta automação apoiar as operações das aeronaves.

Este comportamento dos pilotos sugere várias situações de erros de origem cognitivas principalmente as mais evidentes como falta de conhecimento oriundas de treinamento inapropriado que os levaria fatalmente à falta de capacidade de lidar com as novas interfaces humano-máquina apresentadas pelas aeronaves de alto grau de automação. As falhas neste processo de capacitação aparecem com muita rapidez.

Mas pode-se presumir também que o formato deste treinamento também pode levar à falta de fixação dos novos modelos e formas de lidar com estas novas interfaces nos repertórios mentais destes profissionais da aviação.

Observa-se na figura 97 (pág.206), que o grupamento de sub-componentes que compõem a classificação ERROS DE PERSPECTIVA COGNITIVA segundo Dekker (2002) corresponde a **42%** dos erros nos registros dos acidentes, reforçando assim, nossas observações.

Verifica-se, por outro lado, que o sub-componente A14-PROBLEMA QUE IMPEDE AÇÃO DO PILOTO caiu drasticamente com a era da automação, onde pode-se pensar que os responsáveis pelo desenvolvimento da interface humano-máquina nestes novos artefatos trataram de instalar nestas aeronaves cada vez mais alternativas de resolução de problemas emergenciais.

Pode-se verificar nos gráficos das figuras 97 e 98 (pág. 206) os comparativos dos estudos Nagel e Dekker nos períodos antes da automação e pós automação.. Os erros de ação e decisão não diminuíram com a automação e que, igualmente, os erros cognitivos também aumentaram com a automação nas aeronaves.

6.3.2- Componente de classificação (II)- Apresentação dos estudos estatísticos dos sub-componentes que integram as fases do voo

Foram definidas sete fases de um voo, segundo o consenso internacional no meio aeronáutico. Vide na página 171 as definições de cada fase do voo abaixo listadas:

1. Táxi
2. Decolagem
3. Subida
4. Cruzeiro
5. Descida
6. Aproximação
7. Pouso

A estatística aplicada na amostra apresenta os dados referentes às participações deste componente do algoritmo taxonômico, representado pela figura 99 onde vê-se as participações em percentuais das diversas fases do voo nos acidentes, em todo o período.

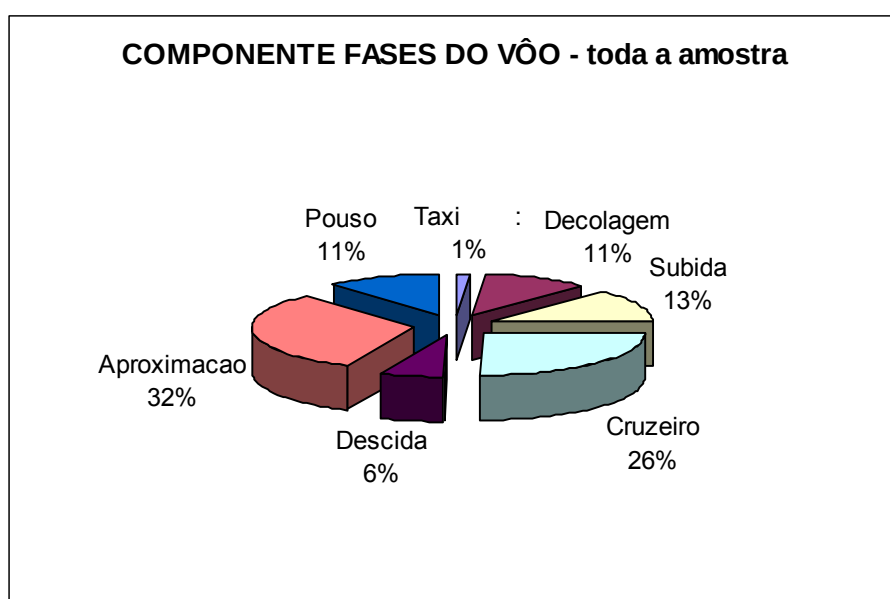


Fig 99- Componente Fases do voo— Indicativos de toda a amostra

A figura 100 apresenta as variações de erros nas diversas fases de voo para os períodos das décadas de 40-70 (antes da automação na aviação) e no período após a automação (década de 80 até hoje)

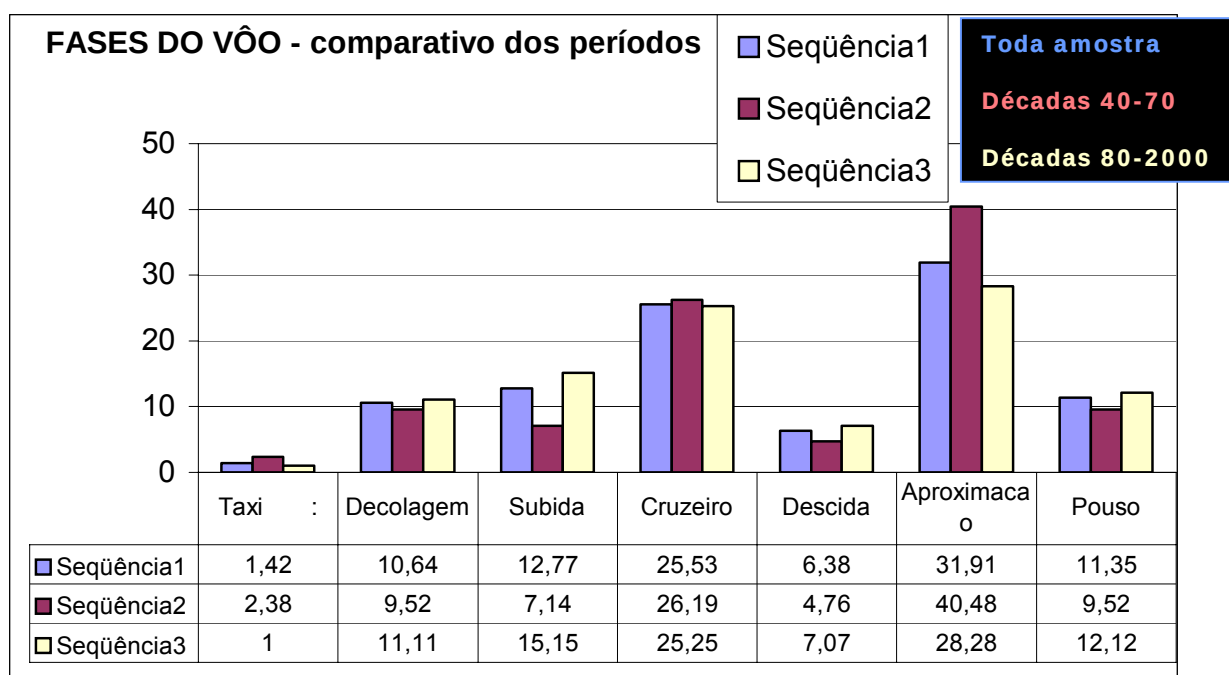


Fig.100- Comparação dos erros nas diversas fases do voo nos períodos antes da automação (década de 40-70), após a automação(a partir da década de 80) e em relação a todo o período da amostra

Pode-se ver que a estatística do período sem automação nas aeronaves (décadas de 40-70) indica, comparativamente dentro de todo o período da amostra, uma participação menor nas fases de decolagem **subida**, **descida**, e **pouso** e muito maior apenas na **aproximação** ou, sob perspectiva inversa, cresceu o erro em quase todas as fases após a automação (décadas a partir de 80).

Discussão preliminar dos dados - fases do voo

A estatística do período sem automação nas aeronaves (décadas de 40-70) indica, comparativamente com todo o período da amostra, uma participação menor nas fases do voo chamadas de **decolagem**, **subida**, **descida**, e **pouso** e muito maior apenas na fase de **aproximação**. A tecnologia de navegação permitiu uma segurança muito maior no processo de trazer um avião para a pista de pouso. Os sistemas de localização de detecção de obstáculos estão muito mais precisos e eficientes. Estes dispositivos de auxílio à descida, aproximação e pouso tem

outros sistemas de alerta nos cockpits que proporcionam um grau de informação sem comparação às décadas de 40 a 70 (período sem automação nas aeronaves).

Entretanto a maior concorrência nas chamadas AEROVIAS, que são os trajetos por onde os aviões devem voar e a distância horizontal e a distância vertical entre estas vias de vôo aumentam o risco de colisões.

Os gráficos mostram um número surpreendente de acidentes na fase de vôo chamada CRUZEIRO, que é a fase em que o avião já subiu até a aerovia devida e os problemas tradicionais de falhas nas fases do vôo que mais exigem mecanicamente do aparelho que são DECOLAGEM E SUBIDA já terminaram. Estas fases do vôo também exigem cognitivamente, fisiologicamente e emocionalmente de toda a tripulação de uma aeronave. O percentual de acidentes na fase de vôo chamado CRUZEIRO é em torno de 25% para todos os períodos de análise, contrariando as nossas expectativas.

Os acidentes na APROXIMAÇÃO nas décadas de 40-70 antes destes recursos eram muito numerosos. Verifica-se muitos choques com montanha ou elevações. Erros de instrumento e comunicação com torre de controle tem sido permanentes focos de acidentes mesmo recentemente. Pode-se ver no gráfico da figura 106 (pág. 217) que neste período o número de ocorrência de acidentes sem visibilidade era muito maior estabelecendo uma correlação das variáveis APROXIMAÇÃO (fase do vôo), TECNOLOGIA E VISIBILIDADE. Um outro fator condicionante para acidente nestas condições é o estado de descanso e estresse dos pilotos, conforme veremos mais adiante no sub-capítulo que trata de condicionantes ergonômicos

6.3.3- Componente de classificação (III)- Apresentação dos estudos estatísticos dos sub-componentes que integram os indícios reveladores de uma cadeia de erros

Conforme foi descrito na pagina 149, segundo a FAA, um grupo de problemas pode ser relacionado com ações e eventos que são indícios de uma sucessão de erros. Estas classificações foram a base para este componente de classificação de erros no algoritmo taxonômico. Os sub-componentes que integram este grupo são:

- I1- Ambigüidade
- I2- Fixação ou Preocupação
- I3- Insegurança ou Confusão
- I4- Violando os Mínimos
- I5- Procedimentos Irregulares / mal elaborados
- I6- Ninguém voando o avião
- I7- Ninguém olhando para fora
- I8- Incapacidade de atingir objetivos
- I9- Discrepâncias não resolvidas
- I10- Abandono de procedimentos padronizados de operação
- I11- Problemas com soluções operacionalmente não previstas
- I12- Problemas com insuficiência de informações para ação no cockpit

A figura 101 apresenta os sub-componentes que integram o grupo INDÍCIOS DE UMA CADEIA DE ERROS e seus respectivos percentuais de participação em toda a amostra.

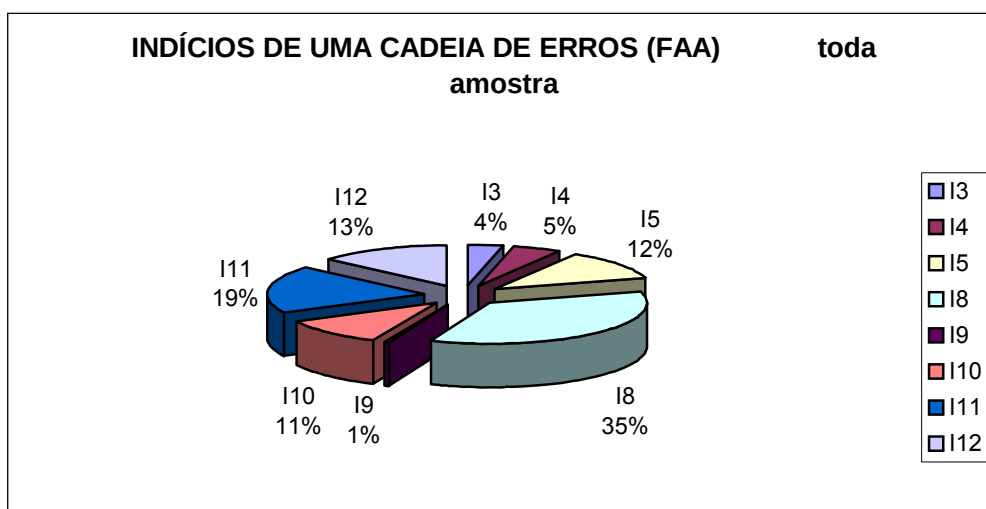


Fig. 101- Participação dos sub-componentes que integram o componente INDÍCIOS DE UMA CADEIA DE ERROS baseado nas classificações da FAA (Federal Aviation Administration)

A figura 102 apresenta as variações nos indícios de uma cadeia de erros para os períodos das décadas de 40-70 (antes da automação na aviação) e no período após a automação (década de 80 até hoje)

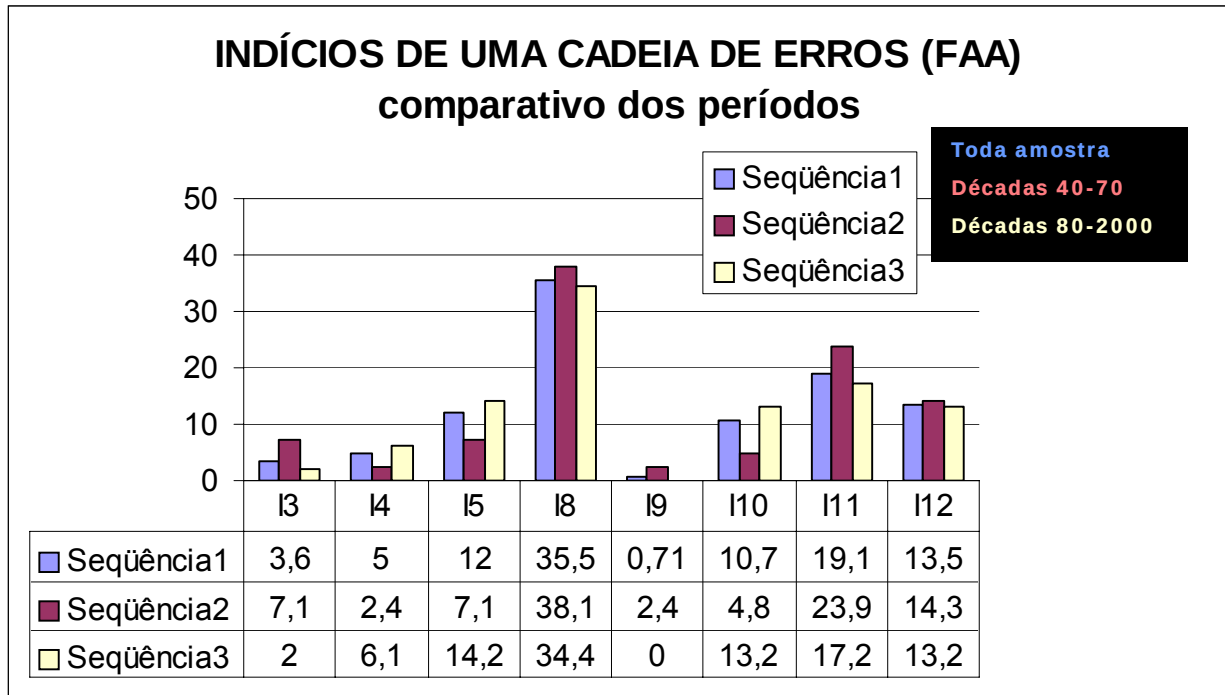


Fig.102- Comparação nos indícios de uma cadeia de erros para os períodos antes da automação (década de 40-70), após a automação(a partir da década de 80) e em relação a todo o período da amostra

Vê-se substanciais variações nestes períodos que são comentados a seguir.

Discussão preliminar dos dados- indícios reveladores de uma cadeia de erros

A maior parte da relação de indícios de uma sucessão de erros definida pela FAA suscita uma investigação de origem, porque não encerra nem define uma razão de um acidente aeronáutico. Nas investigações de acidentes com aviões, estas razões encerram uma parte do problema que é caracterizar sucintamente os motivos do acidente, mas é um ponto de partida para identificação dos problemas que levaram um piloto a agir de determinada forma ou agir diferente do esperado.

Um estudo de vários outros condicionantes e o cenário do acidente com fatores como visibilidade, tipo de aeronave, condições meteorológicas tipo de treinamento do piloto, propósito (carga, passageiros, pulverização, uso militar e outros) podem definir origens da classificação do erro, inclusive levantando indícios de origens ergonômicas nestes erros.

Um tipo de indício (sub-componente) muito peculiar que integra este componente do algoritmo é o **I8- Incapacidade de atingir objetivos**. Este é o item que apresenta maior percentual de participação nos acidentes. Em torno de 35% para todos os períodos, mas não pode ser olhado individualmente.

Verifica-se nos registros de acidentes que muitos pilotos ficaram “incapazes de atingir objetivos”, segundo os registros oficiais de acidentes, ao ter a aeronave perdido a cauda por erro de projeto ou mesmo ao ser atingida por fogo de aeronave militar ou mesmo por saturação de gás carbônico no circuito de ventilação.

- Este caso aconteceu em um acidente com fogo em produtos químicos no porão da aeronave, onde houve falha do sistema de extinção de fogo. O gás carbônico e fumaça invadiram o sistema de circulação de ar, chegando ao cockpit. Neste momento os pilotos perderam a capacidade de ver os instrumentos devido à fumaça. No registro oficial deste acidente está declarado como **incapacidade** dos pilotos de atingirem seus objetivos por estes motivos apresentados (NTSB, 2005 acessado em 23/03/2006- [site www.ntsbn.net](http://www.ntsbn.net)).

É uma classificação inaceitável e inapropriada, elaborada por gente da aviação, para atender a opinião pública e as empresas aéreas, principalmente se o acidente foi fatal e os pilotos não podem contestar. Pode, tal como é, sugerir incompetência. O termo INCAPACITAÇÃO MOMENTÂNEA deveria substituir esta classificação da FAA.

Este sub-componente e o **I11- Problemas com soluções operacionalmente não previstas** normalmente apontam para indícios de natureza ergonômica/cognitiva.

Da mesma forma o item **I4-Violando os Mínimos** pode estar correlacionado com problemas de comunicação ou insuficiência de informações vinda da torre de controle (ATC-Air Traffic Control). O item **I12- Problemas com insuficiência de informações para ação no cockpit** aponta muitas vezes para este tipo de relação comunicacional com a ATC e que o piloto inocentemente provocou um acidente por não ter as necessárias informações, naquele momento, para evitar uma fatalidade.

E novamente estes erros sugerem não só treinamento e capacitação mas também para a necessidade de se estabelecer um formato diferente para realizar o processo de transferir e manter o conhecimento das técnicas de voo e regulamento aeronáutico nas mentes do pessoal que tem responsabilidade de manter os aviões voando com segurança.

Estes fatos podem auxiliar a desvendar as origens das causas dos acidentes, deslocando ou dividindo a culpabilidade dos pilotos para outros componentes.

6.3.4- Componente de classificação (IV)- Apresentação dos estudos estatísticos dos sub-componentes que integram as causalidades dos acidentes

Este componente foi baseado nas classificações de erros definidas pelo CENIPA. Estes são indicativos de problemas, ações e eventos que são causalidades de erros que conduzem a acidentes aeronáuticos. Os sub-componentes deste grupo com participação efetiva são os seguintes:

- C1- Controle de tráfego aéreo e problemas de navegação
- C2- Acidentes com carga/porta de carga/ dispositivos
- C3- Colisões (colisões no ar e no chão)
- C4- Fatores externos, graves problemas .metereológicos, raio
- C5- Tripulação- drogas,alcool.,condição.mental,cansaço/fadiga
- C7- Pouso/decolagem-erro velocidade ou inapropriada, comandos.travados,configuração
- C8- Manutenção- falha de diretivas, instalação.errada de componente
- C9- Resultado- pouso de emergencia, perda de controle
- C11- Condições metereológicas.desfavoraveis/ má visibilidade/noite
- C12- Ação terrorista,sequestros e passageiros- ataque,guerra
- C14- Desconhecido- causas indeterminadas
- C16- Imprevisibilidade -falta avaliação-situações que geram erros
- C17- Imprevisibilidadel- avaliação.errada-desinformação-informação.errada/incompleta
- C18- Problemas corporativos-normas não apropriadas para vôo com segurança

A figura 103 apresenta os sub-componentes que integram o grupo CAUSALIDADE DOS ACIDENTES e seus respectivos percentuais de participação em toda a amostra.

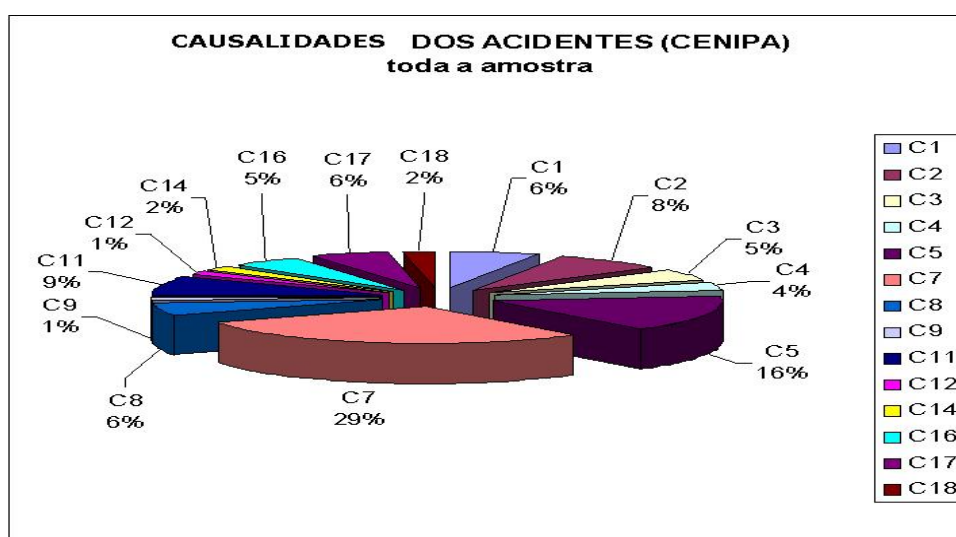


Fig.103- Sub-componentes do grupo CAUSALIDADE DOS ACIDENTES e seus percentuais

A figura 104 apresenta as variações nas causalidades dos acidentes aéreos para os períodos das décadas de 40-70 (antes da automação na aviação) e no período após a automação (década de 80 até hoje).

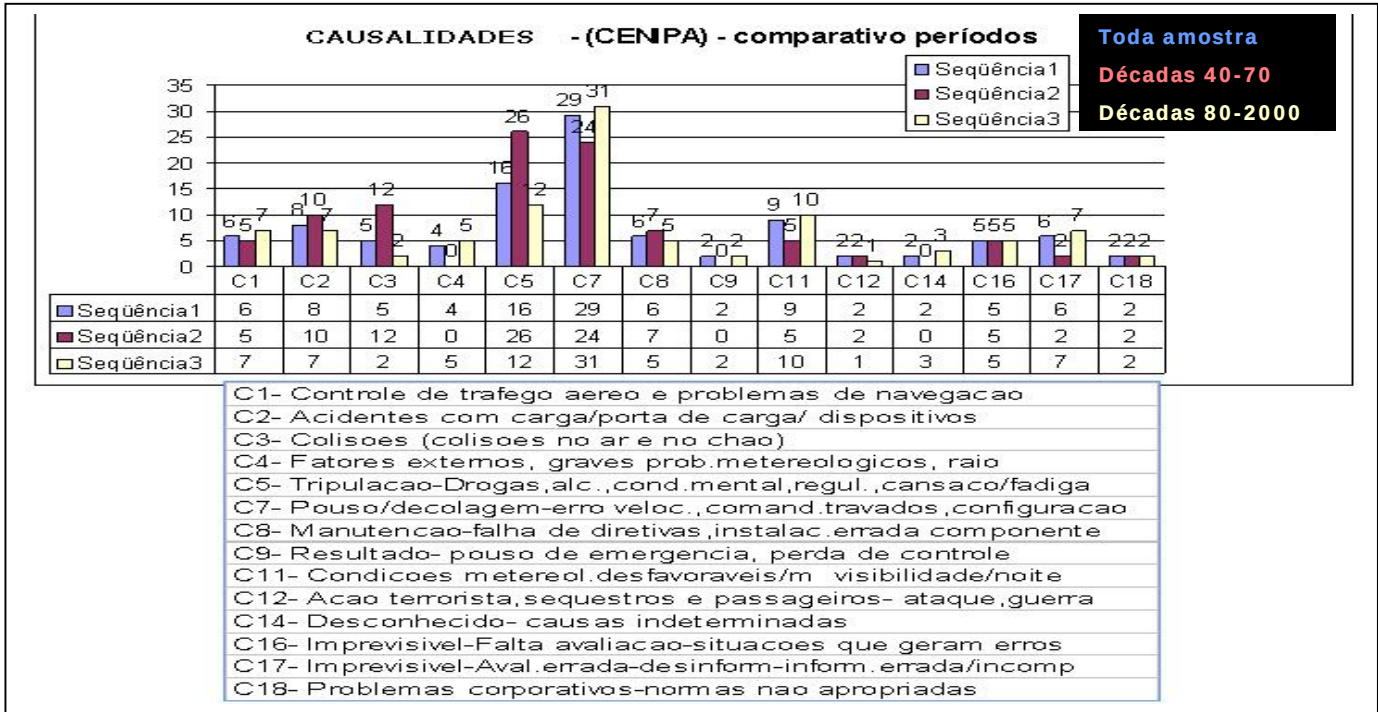


Fig.104- Comparação nas causalidades dos acidentes com aeronaves para os períodos antes da automação (década de 40-70), após a automação(a partir da década de 80) e em relação a todo o período da amostra

Similar ao componente anterior (Indícios de uma cadeia de erros), vê-se substanciais variações de comportamento de percentuais em alguns sub-componentes comparativamente entre os períodos.

Discussão preliminar dos dados- causalidades dos acidentes

Igualmente, pode-se ver que a maior parte desta classificação de erros do CENIPA (op.cit.) suscita uma investigação de origem, porque não encerra nem define uma causalidade de um acidente aeronáutico. Os três sub-componentes C16, B17 e C18 foram acrescentados além de termos ampliado os descritivos da lista original da CENIPA visando contemplar classificações taxonômicas e mais precisas nas análise dos acidentes.

Fatores como **Imprevisibilidade ou impossibilidade dos pilotos de agirem** não são contemplados pela lista original da CENIPA.

É simples associarmos a maior parte destas causalidades com outros problemas pois vê-se nestes descritivos que o piloto ou não tem culpa ou não é o único culpado

Verifica-se um alto percentual do sub-componente **C7- Pouso/decolagem-erro velocidade ou inapropriada, comandos travados, configuração** que sugere a aplicação, neste caso, do termo incapacidade mas apontando eventualmente para necessidade de treinamento e capacitação. A surpresa é que além de alto percentual, o grande aumento deste item com chegada da automação nas aeronaves:

- 24% para o período sem automação (décadas de 40 a final de 70)
- 31% fase com automação (década de 80 até hoje).

Mas também este item classifica problemas de equipamento tipo comandos travados por falha de acionadores de trem de pouso, de manche de comando, etc.. E que igualmente pode estar combinado com falha de instrumentos que levam o piloto agir errado (tipo erro de velocímetro) Queremos enfatizar com isto que a análise deve ser feita de forma combinada com outros problemas e mesmo de uma sucessão de falhas que podem ter-se iniciado há muito tempo.

O sub-componente **C5-Tripulação- Drogas,alcool, condição mental, cansaço/fadiga** é alto nos dois períodos :

- 26% para o período sem automação (décadas de 40 a final de 70)
- 12% fase com automação (década de 80 até hoje).

Este resultado requer uma análise de outras falhas combinadas. Sugere uma situação inadmissível na aviação, pois esta causalidade é, na maior partes das vezes, previsível, monitorável e controlável. O piloto não pode voar sem estar no perfeito exercício de suas capacidades onde as análise dos acidentes apresentam falta de suporte para capacitação em simuladores, seminários permanentes sobre segurança e debates em períodos curtos, informativos escritos ou eletrônicos sobre segurança e tecnologias, doutrinas sobre o novo papel do piloto na aviação moderna para reduzir frustrações em seu novo papel no posto de trabalho nos modernos cockpits. O descritivo deste item também indica exatamente o que faz o piloto reduzir ou perder suas capacidades de controlar um avião com segurança. Muitas vezes o piloto se encontra em condições de fadiga, pouco sono e cansaço como consequência de problemas institucionais como turnos mal planejados de trabalho, vôos longos ou vôos transatlânticos sem a devida atenção ao ciclo circadiano dos pilotos.

6.3.5- Componente de classificação (V)- Apresentação dos estudos estatísticos do componente visibilidade quando ocorreram os acidentes

A figura 105 mostra o aspecto VISIBILIDADE nos acidentes aéreos em toda a amostra

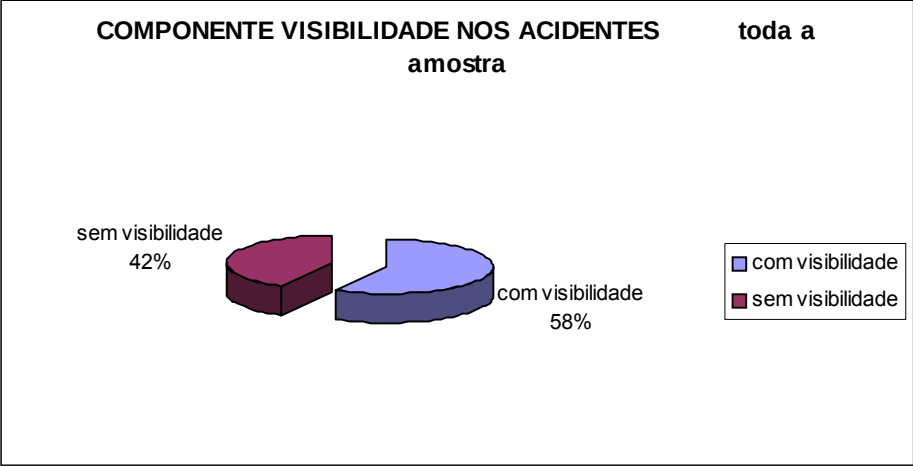


Fig. 105 – Participação do componente VISIBILIDADE nos acidentes em toda a amostra

A figura 108 apresenta a variação na visibilidade nos acidentes aéreos para as décadas de 40-70 (antes da automação na aviação) e no período após a automação (década de 80 até hoje).

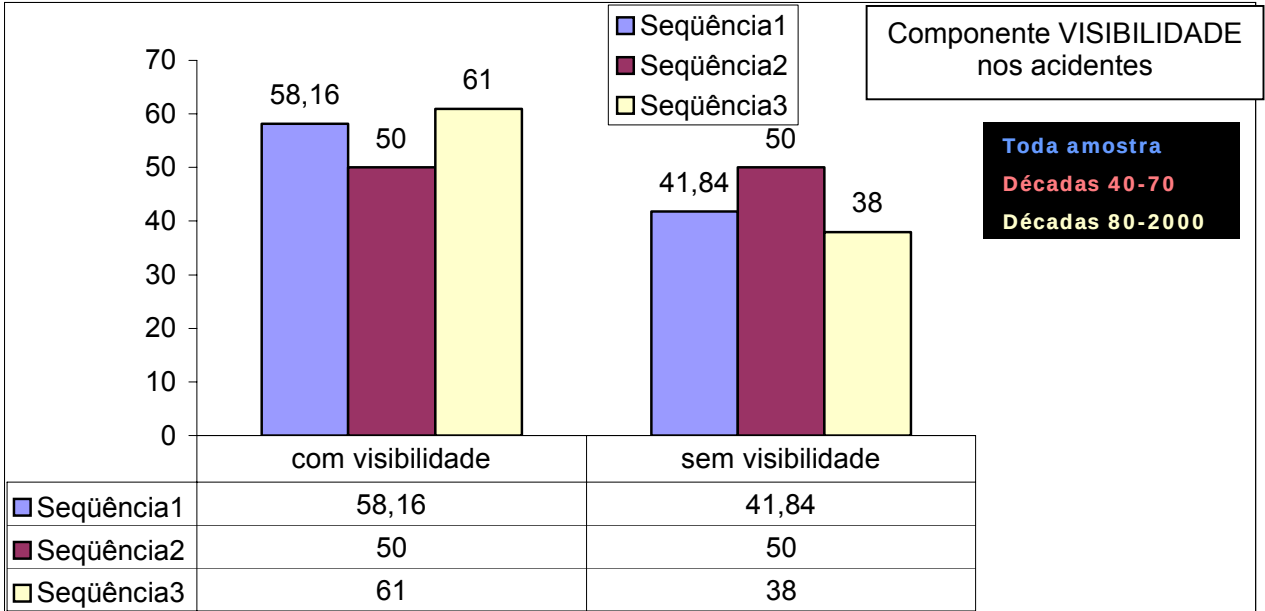


Fig.106- Comparação nas causalidades dos acidentes com aeronaves para os períodos antes da automação (década de 40-70), após a automação(a partir da década de 80) e em relação a todo o período da amostra

Discussão preliminar dos dados- componente visibilidade

Este componente tem um aspecto muito importante na aviação. Embora os vôos ocorram de dia ou à noite e sob o ponto de vista de um passageiro ou de um leigo na aviação, os procedimentos possam aparentar similaridade operacional, para a ação de pilotar um avião no escuro ou em condições de má visibilidade é completamente diferente.

Temos que observar que o piloto precisa controlar um artefato de cerca de 50.000 quilos que só se mantém no ar se o fluxo aerodinâmico dos gases estabelecerem uma diferença de pressão nas asas compondo a sustentação durante cem por cento do tempo em que esta máquina estiver fora do solo. Para isto, é necessário que não hajam obstáculos na frente. Mas o piloto não vê o que está à sua frente e requer apoio de instrumentos e um aparato em terra para os procedimentos necessários desde a decolagem até o pouso.

A condição emocional e mental de quem vai pilotar a aeronave não pode ser igual a quem vai enxergar o cenário externo da aeronave. A pesquisa mostrou que se correlacionarmos a visibilidade com o estresse do piloto veremos uma relação presente nos acidentes. Principalmente na fase em que não havia um grande aparato tecnológico de navegação, a má visibilidade foi um condicionante de acidente na fase do vôo chamada APROXIMAÇÃO. Nesta fase, o piloto depende integralmente de instrumentos e da Torre de Controle (ATC). E mais de metade dos aeroportos do mundo tem elevações (montes, montanhas, planaltos, florestas) perto dos aeroportos.

6.3.6- Componente de classificação (VI)- Apresentação dos estudos estatísticos do tipo e porte das aeronaves

A figura 107 apresenta a participação do tipo e porte das aeronaves nos registros de acidentes que compõem toda a amostra da pesquisa.

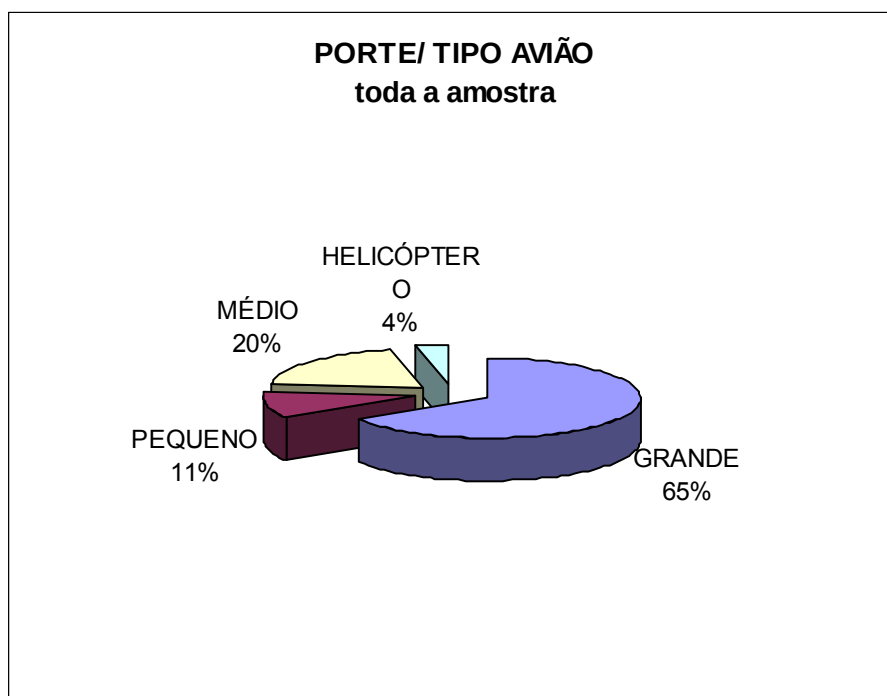


Fig.107-Participação PERCENTUAL do PORTE E TIPO das aeronaves em toda a amostra

Este gráfico acima apresenta a característica da distribuição da amostra para o porte das aeronaves. Não indica que os acidentes ocorrem em maior número com aeronaves de maior porte. Indica que este tipo de aeronave teve maior componente na amostra. A seleção da amostra foi aleatória objetivando não deformar os índices do estudo. Desta forma a ocorrência dos acidentes está voltada a coeficientes maiores para aeronaves de grande porte. De uma certa forma atendeu em atenção aos preceitos da CENIPA (2004) que afirma que aeronaves de grande porte (acima de 60.000 libras) é a categoria de aeronaves mais importante no meio de transporte de carga e passageiros.

6.3.7- Componente de classificação (VII)- Apresentação dos estudos estatísticos dos sub-componentes que integram os eventuais indícios ergonômicos nos grupos:

Eventuais erros por usabilidade, por aspectos cognitivos ou outros fatores ergonômicos podem ter ocorrido dentro ou fora do cockpit. Estas são as origens das causas dos erros e falhas em acidentes com aeronaves. Correlacionando os componentes do algoritmo taxonômico na análise de um acidente poderemos, eventualmente, materializar um cenário sobre causalidades dos acidentes aeronáuticos, que apontam para indícios ergonômicos. Os indícios ergonômicos que estão correlacionados com esta pesquisa são os seguintes:

- Problema estrutural (materiais) /desconhecimento de características e associado a projeto e escolha
- Erro de projeto
- Escolha errada de aeronave
- Pessoal de apoio de terra/ posicionamento da carga/ carregamento errado/ excesso
- Estresse
- Torre de controle (Procedimento com ATC)
- Fadiga e problemas fisiológicos/ Distúrbios fisiológicos
- Problemas psicológicos e emocionais
- Erro de liderança
- Problemas de capacitação / conhecimento/ capacidade de executar tarefa
- Treinamento inadequado / treinamento deficiente
- Erro mecânico / Erro de manutenção/ falha instrumentos
- Erro de layout
- Sobrecarga emocional e / ou cognitiva
- Distribuição errada da tarefa na tripulação
- Instrumentos ou posição deficiente ou mal instalados
- Erro de linguagem no cockpit ou no exterior da aeronave
- Erro comunicacional
- Erro de informação que chega à tripulação ou ao pessoal de apoio (ATC)
- Erro coletivo (cockpit e/ou corporativo)
- Outros problemas ergonômicos / cognitivos

A figura 108 apresenta o gráfico estatístico representativo das participações dos sub-componentes das eventuais falhas ergonômicas nos acidentes aeronáuticos que fazem parte desta pesquisa e que enfatiza também a importante participação do sub-componente B10- PROBLEMA DE CAPACITAÇÃO/ DESCONHECIMENTO/NEGLIGÊNCIA que aparece em 56% dos acidentes aeronáuticos e que será comentado mais adiante.

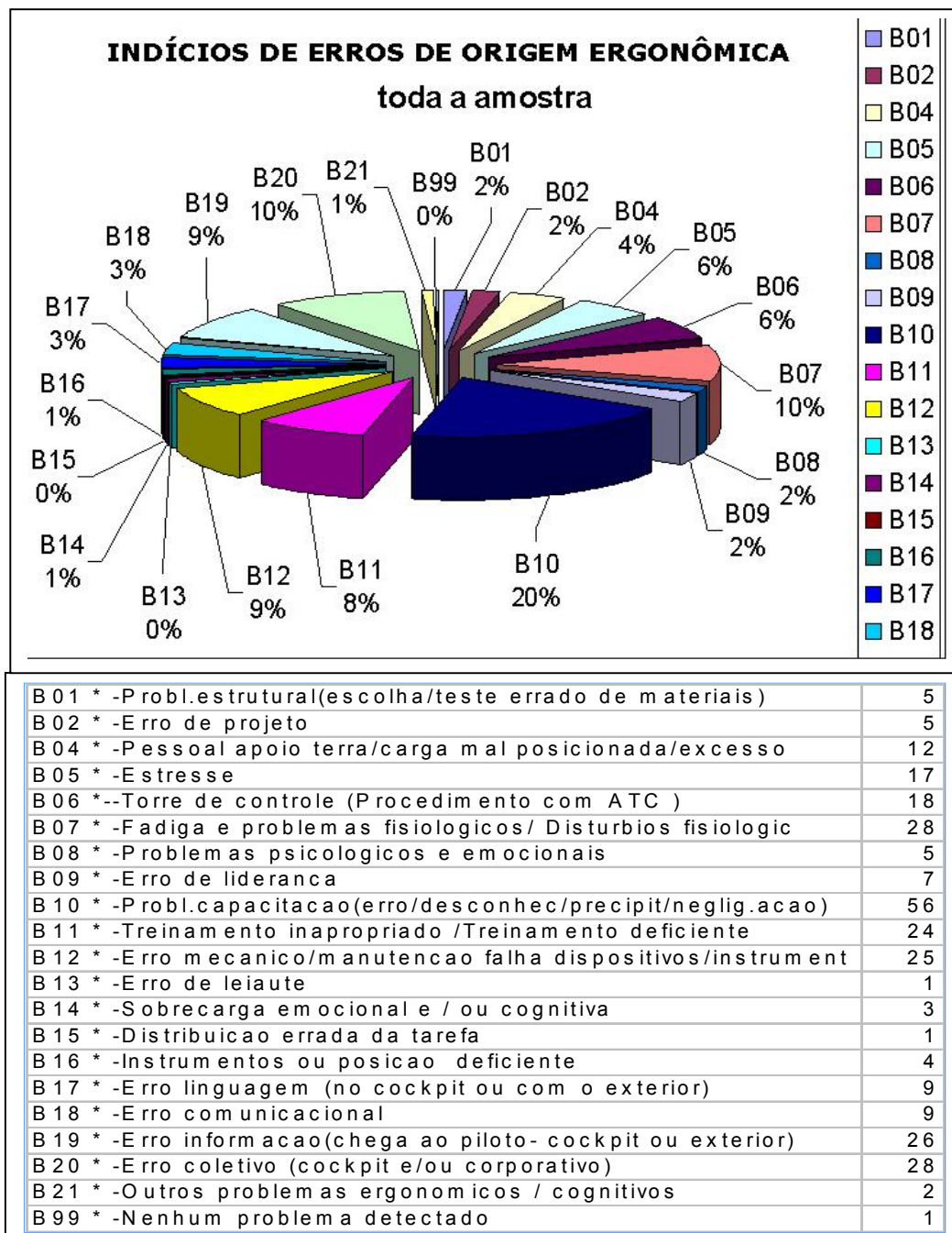


Fig. 108-. Participação percentual representativa dos sub-componentes das eventuais falhas ergonômicas nos acidentes aeronáuticos em toda a amostra.

A figura 109 apresenta as variações nos índices de erros ergonômicos nos acidentes aéreos para os períodos das décadas de 40-70 (antes da automação na aviação) e no período após a automação (década de 80 até hoje).

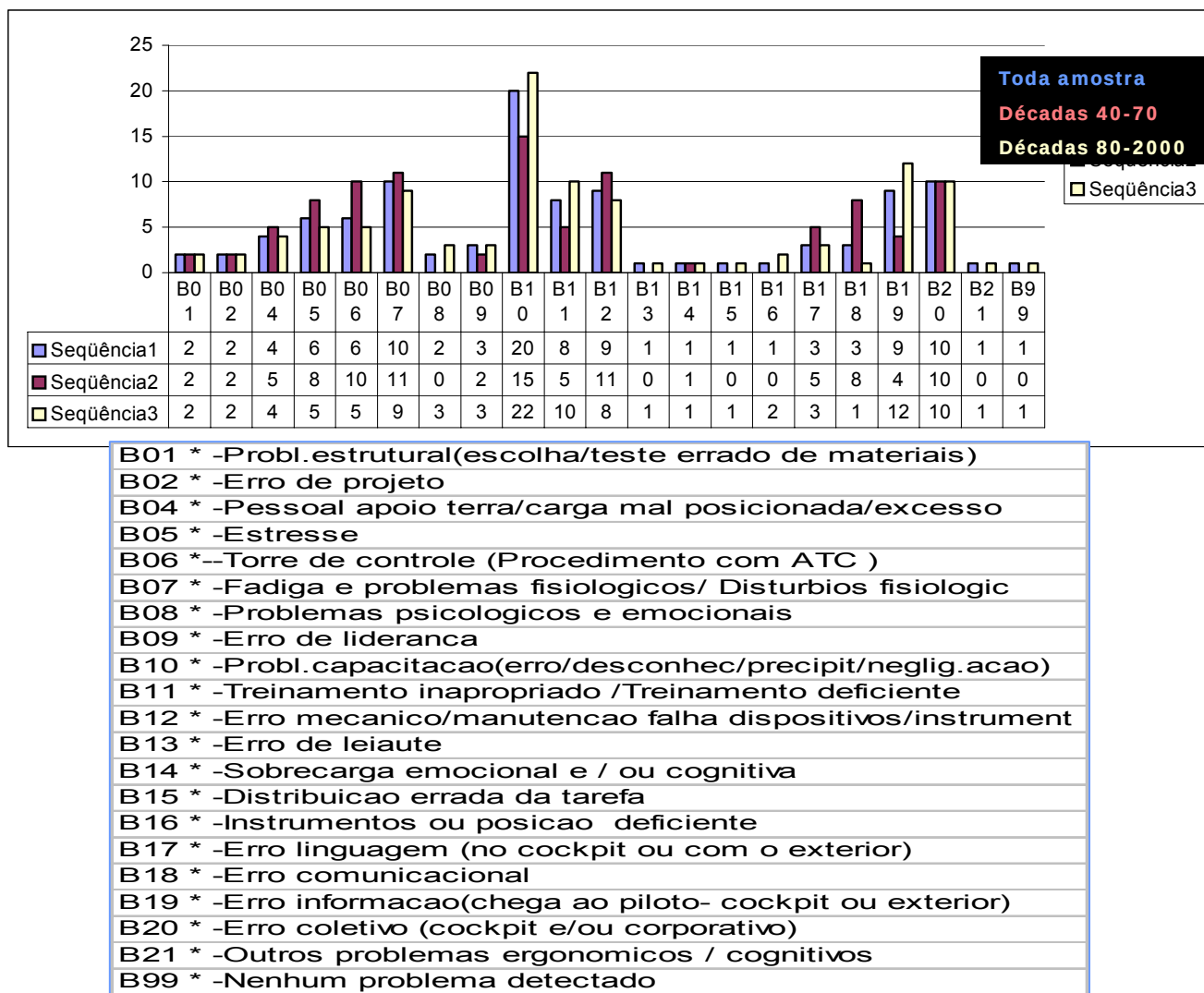


Fig.109 Índices de erros ergonômicos Comparativo dos períodos Base: percentuais de:
 Toda a amostra-sequencia 1 décadas 40-70-sequencia 2 décadas 80-2000- sequencia 3

Pode-se ver importantes variações nos itens que se referem à capacitação, treinamento e informações no cockpit que aumentaram, paradoxalmente, substancialmente com o advento da automação em aeronaves. (B10,B11 e B19). Esta observação será comentada no próximo capítulo.

Discussão preliminar dos dados- componente que integram os eventuais indícios ergonômicos

Grandes e importantes variações nas atividades dos pilotos correspondentes aos itens que se referem à capacitação nesta parte do estudo referente aos indícios de causas de origem ergonômica apontando para treinamento e informações no cockpit têm apresentado substancial aumento com o advento da automação na aviação (componentes B10, B11 e B19). As estatísticas no tratamento destes itens apresentam aumento. Isto nos faz supor que o fator conhecimento não está sendo tratado da maneira correta, acompanhando as grandes mudanças nas aeronaves.

A classificação de incapacidade apresentada neste componente B10, que está presente também com esta nomenclatura na classificação da FAA como item I8- Incapacidade de atingir objetivos, nos indícios de uma cadeia de erros tem uma aplicação perversa na busca às falhas dos acidentes, Se o piloto **ficar incapacitado de controlar a aeronave** por uma ação terrorista ou por saturação de fumaça no cockpit ou até mesmo se um avião militar atingir com tiros as superfícies de controle da aeronave a classificação INCAPACITAÇÃO DO PILOTO é agregada às causas do acidente (NTSB, 2004 e AMERICAN SAFETY,2002). Acidentes com este tipo de análise estão implantados na base de dados da amostra tratada nesta monografia pelo sistema Aviation DataBase (op.cit.).

A tecnologia induz modificações, mas sabe-se que o ser humano não pode modificar os aspectos fisiológicos da mente. Pode modificar seu conhecimento, comportamento e atitude e é necessário um processo planejado de capacitação. Conhecer o ser humano, suas limitações e o conteúdo da informação e dos reflexos que se pretende sedimentar na mente do ser humano é um importante requisito para a segurança na área da aviação.

Em adição, os sistemas e entidades responsáveis pela prevenção em acidentes aeronáuticos, como a CENIPA (2004) ressaltam a necessidade de se realizar uma doutrina continuada dos preceitos de segurança para fortalecer o processo de capacitação dos pilotos, principalmente na época de alta automação em aeronaves (JENKINS, 2004). Fazemos referência aos sub-capítulos 3.2 (aspectos cognitivos e erros humanos na atividade do piloto) e 3.3 (aspectos cognitivos na atividade do piloto) onde descrevê-se a complexidade da tarefa do piloto e as exigências fisiológicas desta profissão. Estes capítulos descrevem inclusive que a realidade deste tipo de trabalho supera as exigências do trabalho prescrito, que se apresenta como desafios difíceis para o piloto transpor, que se refletem em dano físico, emocional, e profissional.

Os registros de acidentes mostram em seus textos, um alto grau de desrespeito das empresas de aviação ao ciclo circadiano dos pilotos exigindo turnos de trabalho mal dimensionados, onde mostram também o grande aumento da carga cognitiva com o advento da larga automação nas aeronaves. Pode-se confirmar nos sub-capítulos 3.3.3 (estilos cognitivos e tarefa coletiva) e no

capítulo 4 (estado da arte na aviação) as substanciais modificações na tarefa do piloto nestas últimas três décadas, fazendo-as alterar o modelo mental firmado no aprendizado nas escolas de aviação básica, adotando uma nova interface humano-máquina que conduz o profissional para um novo tipo de trabalho voltado à monitoração em um sistema complexo e computadorizado (sub-capítulo 3.3.3).

Mas algumas empresas de aviação segundo informativos dos próprios pilotos nos relatos à FAA (2005) não possuem simuladores de vôo correspondentes aos novos aviões por serem de alto custo. Com isto, a insegurança dos pilotos destas empresas aumenta. Um exemplo é a empresa brasileira Varig que não possui simuladores para o Boeing 767 apesar de utilizar estas aeronaves para vôos para a Europa. Pilotos da Varig confidenciaram que eles ficam expostos a um treinamento inicial e a uma pequena reciclagem anual em um simulador alugado nos Estados Unidos, insuficientes para manter a uma plena capacitação continuada, principalmente para estabelecer a mente aguçada, com os procedimentos necessários para os casos de emergência, onde as ações correlatas a estas eventualidades requerem pleno adestramento dos profissionais para a manutenção permanente de reflexos.

O sistema Aviation DataBase possibilita analisar os acidentes com foco no sub-componente **B05- estresse**, podendo-o ser correlacionado com a influência aeromédico/ psicosocial, apresentando os seguintes percentuais nos erros cognitivos, para os períodos antes e após automação:

- **Antes da automação** - Dentre os erros de origem cognitiva (que correspondem a 40,48% dos acidentes neste período), encontra-se:
 - o 50 % dos acidentes ocorridos **sem visibilidade** (vide item 6.3.5 pagina NNN)
 - o 20,27 % dos acidentes ocorridos por influência AEROMÉDICA/PSICOSICIAL
- **Após a automação** - Dentre os erros de origem cognitiva (que correspondem a 42,42 % dos acidentes neste período), encontra-se:
 - o 38,38% dos acidentes ocorridos **sem visibilidade** (vide item 6.3.5 pagina NNN)
 - o 16,82 % dos acidentes ocorridos por influência AEROMÉDICA/PSICOSICIAL

PARTE III– DISCUSSÃO, RECOMENDAÇÕES E CONCLUSÕES

7– DISCUSSÃO SOBRE OS ESTUDOS

PARTE III– DISCUSSÃO, RECOMENDAÇÕES E CONCLUSÕES

7– DISCUSSÃO SOBRE OS ESTUDOS

Esta fase do estudo aponta para indícios de situações onde falhas ergonômicas podem ter sido condicionantes para causalidades de acidentes e incidentes aéreos.

7.1- Discussão sobre os resultados- o erro humano na aviação

Este sub-capítulo apresenta as origens e as comunalidades dos erros que levam a acidentes, tomando como fundamento as análises estatísticas realizadas em nossos estudos. Procura-se concentrar os tipos de problemas em grupos que sempre apontavam para condicionantes similares e que sempre estavam presentes nestes tipos de acidentes. Por exemplo, acidentes que tiveram como causas isolada ou combinada com outras causas, a comunicação e linguagem ou tipos de acidentes que tiveram como origem, as falhas e os aspectos de capacitação continuada dos tripulantes em aeronaves com larga aplicação de automação.

7.1.1.- Análise funcional dos condicionantes que conduzem a erros e acidentes

Um fator que induz a estresse e fadiga de pilotos se refere no projeto de proteção, detecção e manipulação eficaz de fogo oriundo de curto-circuito elétrico a bordo, como aconteceu tragicamente no voo 111 da Swissair perto de Nova Escócia em 2 de setembro 1998 (FAA,1996). A equipe da FAA (Federal Aviation Administration) responsável por estudos de fatores humanos e de novas interfaces automatizadas (1996) relata a situação exacerbada pelo uso difundido no avião de um produto elétrico potencialmente perigoso, o fio chamado “kapton”. Relata também que a geração atual de aviões de transporte a jato utilizados em linhas aéreas (Airbus A320, A330, A340 e Boeing B777, MD11) são virtualmente “invoáveis” sem eletricidade, ao contrário de uma geração mais antiga como o Douglas DC9 e o Boeing B737.

Se uma pessoa tiver um fogo de origem elétrica em sua casa, a primeira coisa que faria seria desconectar a força elétrica desconectando a chave geral dos fusíveis, mas esta opção não está disponível em aviões como o Boeing B777 e os novos Airbus. A indústria da aviação não tratou adequadamente o problema do fogo elétrico em voo e o estão tratando negligentemente.

A alta taxa de erro de procedimento associado a erros cognitivos na era da automação sugerem que os projetos em aviação têm falhas ergonômicas. A ciência de combinar seres humanos com as máquinas requer muita atenção nas interfaces que colocarão estes componentes

(humano-máquina) funcionando corretamente. O estudo apropriado de seres humanos mostra sua habilidade de avaliar e tratar instintivamente uma situação de cenário dinâmico. O bom projeto ergonômico reconhece que o humano é falível e não é muito apropriado para tarefas de monitoração. Uma máquina corretamente projetada (tal como um computador) pode ser excelente em tarefas de monitoração.

Outro fator que pressiona emocionalmente os pilotos e provoca fadiga e estresse é a redução de tripulantes no cockpit para apenas dois. A próxima geração de grandes aviões de transporte de quatro motores (600 passageiros) mostra uma operação relativamente complexa e tem apenas dois humanos no cockpit. A operação de voo é realizada por estes dois pilotos, incluindo procedimentos de emergência, que deveriam estar sendo monitorada ou re-conferida. Isto é somente possível em um cockpit com três tripulantes ou em um cockpit de operação muito simples. Segundo a FAA, o único cockpit com dois pilotos que vai ao encontro deste critério é a cabina do velho DC9-30. (e possivelmente a série de MD8x). As gerações atuais dos aviões da Boeing e da Airbus não se enquadram nestes critérios, especialmente com respeito ao fogo de motor em voo e ao fogo elétrico em voo.

Os registros de acidentes utilizados nesta pesquisa mostraram que algumas dificuldades encontradas na operação, na manutenção ou mesmo no treinamento de aeronaves que poderiam afetar a segurança de voo não está sendo rápida e sistematicamente repassada para as tripulações em âmbito mundial. Tripulações também podem não ter consciência das circunstâncias particulares envolvidas em acidentes e incidentes relevantes, o que torna esta disseminação de experiências muito precária.

7.1.2- Falha e demora na disseminação de informações

Há determinadas circunstâncias em que os *spoilers* (uma das superfícies móveis de controle de voo) não podem ser ativados no pouso, mesmo se o piloto acionar manualmente o controle do *speed brake* (freio aerodinâmico- vide figura 108) para a posição ativada. Este tipo de informação não é incorporado no conhecimento geral da aviação (segundo a FAA) em manuais e em procedimentos. Este é um exemplo do tipo de informação que deve ser compartilhada extensa e rapidamente entre aeronautas, fabricantes, pilotos, e autoridades reguladoras para ajudar a impedir o retorno de incidentes e acidentes com as mesmas naturezas e similaridades.

Verifica-se nos relatos dos acidentes oriundos da NTSB (National Transport Safety Board) que aeronautas reclamaram nas reuniões com a FAA que os fabricantes pedem, freqüentemente, informações gerais sobre incidentes e acidentes e outras informações sobre suas aeronaves, mas

normalmente não compartilham os dados importantes sobre segurança que estavam sua posse. A maior parte dos relatórios da FAA são desatualizados principalmente e especificamente relacionados às dificuldades experimentadas por pilotos em relação à automação.

Deficiências nas informações fornecidas a tripulações nas cartas aeronáuticas (mapas de aerovias e trajetos), dados de aproximação (fase do voo), procedimentos de Instrumentos de apoio ao voo como ILS (instrument landing system – instrumentos de pouso apoiado em instrumentos), dados meteorológicos, e observações oficiais aos aviadores (NOTAM) são, às vezes, difíceis de ler e compreender. Não existe prioridade para se elaborar uma apresentação mais confortável e simples destas informações importantes de apoio e regulamentos de voo.

As dificuldades na leitura e na compreensão as cartas podem ter sido um fator contribuinte em dezembro de 1995 no acidente de um Boeing 757 da American Airlines perto de Cali, Colômbia. A equipe de investigação encontrou e NOTAMs (Notificações aeronáuticas sobre condições meteorológicas) particularmente difíceis de ler e compreender.

Os pilotos devem freqüentemente olhar em diversas posições diferentes para encontrar uma informação relevante, abreviaturas e termos, etc.. Em consequência, a informação importante pode facilmente faltar no momento certo. Além disso, o sistema é internacionalmente inconsistente, e não atende às necessidades dos pilotos em aviões altamente automatizados.

Existem deficiências de comunicação e de coordenação dentro da FAA embora conte com uma equipe competente e dedicada. Isto se reflete, por exemplo, nas coordenação e disseminação das informações operacionais de voo de uma nova aeronave e nas limitações do ambiente em que operam. O pessoal da FAA responsável pelos padrões do voo pode ser inconsciente nas exigências da certificação da navegabilidade ou nas suposições sobre o ambiente operacional feitas durante a certificação que são, às vezes, demasiado fracas. Os critérios para certificação de aeronaves são em quase todo o mundo, exigências de conteúdo e critérios estáticos e não incluem os aspectos dinâmicos de voo ou ergonômicos das aeronaves. Pode-se consultar os processos de certificação no Brasil e nos Estados Unidos e verificar que não existem listas de certificações realizadas em voo.

A NTSB registra em seus relatos que a equipe de certificação da FAA não examina nem investiga outros detalhes de uma aeronave que extrapolem os padrões determinados para certificação. E também este pessoal encarregado dos padrões e da certificação e do voo raramente tem contato com outros departamentos da FAA/ com quem deveria rotineiramente se comunicar.

As consequências deste cenário são a demora da disseminação por parte de um órgão importante como a FAA, ou ausência de informações e de alguns detalhes tão necessários para promover mais segurança no meio aeronáutico e para evitar situações onde os pilotos, em instância final, serão responsáveis por manter aeronaves voando.

7.1.3- Disseminação insuficiente sobre a experiência prática de aeronaves

A indústria da aviação tem tido um amplo registro de acidentes e preceitos de segurança e falhas (equipamento, mecânico, falhas estruturais, e informes onde a recuperação de estabilidade de voo é impossível). Mas foram extremamente reduzidas na geração atual de aviões da categoria de transporte. A maioria dos acidentes resulta agora de um número de fatores que converge em um detalhe. Devido à raridade na ocorrência de acidentes, os dados são insuficientes para promover melhorias adicionais de segurança.

Erros, incidentes, e outros eventos em voo fornecem os dados vitais que precisam ser usados para impedir os acidentes futuros. Muitos acidentes foram precedidos por incidentes que envolvem circunstâncias similares. Como um exemplo, três anos antes do acidente com um Airbus A300-600 na China em Nagoya, Japão, um A310 foi envolvido em um incidente sério de natureza similar. Como um outro exemplo, o acidente A320 em Strasbourg, France foi precedido por diversos incidentes que apontaram à possibilidade para a confusão sobre a similaridade entre a velocidade e os indicadores de ângulo de ataque (vide pagina 105) e do trajeto de voo.

É notória a falta de uma comunicação geral de dados práticos de experiências de voo. Embora algumas fontes como American Safety Foundation (www.americansafety.org) disseminem e compartilhem dados e existam os sistemas de levantamento de dados de forma sistemática que tratam de uma parcela da informação disponível (ASRS, Sistema de informação de segurança das linhas aéreas britânicas), há uma necessidade para um processo mais amplo e internacional para coletar, analisar, e relatar dados. Segundo a FAA (1996, 2005) Agência Federal de Aviação dos Estados Unidos da América e a NLR (2005) da Holanda, reconheceram esta necessidade nas publicações que tratam de interfaces entre pilotos e modernos cockpits e, com suporte da indústria da aviação, esboçaram etapas para realizar esta meta mas anota que o tempo é crítico e que o processo resultante deve ser projetado para direcionar adequadamente as publicações.

As informação sobre dificuldades encontradas na operação prática e operacional das aeronaves ou no treinamento que poderia afetar a segurança de voo não está sendo passada sistematicamente às tripulações. Pilotos podem também desconhecer as circunstâncias particulares envolvidas em acidentes relevantes e em incidentes principais. É especialmente importante que os pilotos conheçam este tipo de informação desde que, como usuários da ponta neste sistema, são ligações muito importantes na corrente de segurança. Como um exemplo, antes do acidente 1993 no pouso de um Lufthansa Airbus A320 em Varsóvia, não se avaliou o pouso com os Flaps (hiper sustentadores (*flaps*)– vide figura 110 na pág. seguinte) completamente baixados . Há determinadas circunstâncias em que os compensadores de sustentação não podem ser ativados mesmo se o piloto ativar manualmente o controle do freio aerodinâmico.



Fig. 110- *Flaps* totalmente baixados e *speedbreaks* acionados
(foto disponibilizada pela America Aviation www.americaviation.net/new)

Segundo a FAA, um outro exemplo é uma característica pouco conhecida do limitador de movimento do leme no Douglas MD-80. Depois de uma falha do motor, o controle de assimetria de prumo pode ser necessário. O piloto primeiramente relaxa a pressão no pedal do leme, deve centrar momentaneamente os pedais de leme (vide figura 111) e reaplicar, então, a deflexão total neste pedal de leme a fim de ganhar o controle absoluto do curso do leme e da direção. As consequências desta característica para alguns casos de falha de motor não foram amplamente conhecidas por pilotos de MD-80, e podem, ainda hoje, não ser conhecidas para os pilotos em algumas empresas aéreas. Não obstante, relatou-se ser um fator operacional ocorrido em um incidente com este tipo de aeronave.



Fig.111- Pedais de controle do leme de direção(foto cedida pelo Cmte Rocky, 205)

A FAA reforça que a informação sobre esta característica, subseqüentemente deveria ser incorporada em manuais e em procedimentos. É desconhecido o quanto outras empresas tomaram conhecimento deste fato. Este é um exemplo do tipo de informação que precisa ser compartilhada ampla e rapidamente entre empresas, fabricantes, pilotos, e autoridades encarregadas de elaborar regulamentos para ajudar a impedir o retorno de incidentes e de acidentes similares.

Os fabricantes reivindicam dados das empresas. Sem dados suficientes os fabricantes não podem identificar e reparar problemas. A FAA requer que empresas e fabricantes do ar relatem falhas de equipamento, maus funcionamentos, e defeitos, mas não requer que outros tipos de eventos sejam relatados.

Segundo o NTSB, em algumas áreas, as exigências de relatório do FAA são muito descontextualizadas da realidade. Por exemplo, as exigências atuais não se dirigem especificamente às dificuldades experimentadas por pilotos em relação à automatização como coletar e compartilhar de um segmento de grande importância na prática, particularmente como este que relaciona-se ao desempenho dos pilotos neste novo cenário tecnológico.

7.1.4- Comunicação e coordenação

Segundo o FAA, (Federal Aviation Administration), foram examinadas diversas áreas dentro da aviação onde há uma comunicação e a coordenação insuficientes que possam afetar a operação segura de aviões altamente automatizados. Comunicação e coordenação insuficientes conduziram a incompatibilidades entre as potencialidades de aviões altamente automatizados e o ambiente do serviço de tráfego aéreo, e se encarregou de compartilhar os registros de atividades para identificar vulnerabilidades antes que resultem em um incidente/acidente. Ambas dificuldades entre e intra-organizacional de uma comunicação dentro do FAA podem impedir este órgão ou a Indústria de executar seus papéis respectivos de uma maneira consistente e ideal. A falta da coordenação resultou também ou contribuiu a uma proliferação de comitês técnicos que tratam das publicações idênticas (ou quase idênticas), e pesquisa que está incompleta ou não foi apropriadamente aplicada (FAA, 2005).

Conseqüentemente, é importante para os especialistas destas organizações interagirem constantemente. Uma comunicação e uma coordenação inadequadas entre estes grupos podem resultar nas inconsistências entre as suposições da navegabilidade feitas durante a certificação e o teste operacional de um produto na prática.

7.1.5- Incompatibilidade entre potencialidades do avião e o ambiente do serviço de tráfego aéreo

Vê-se citações de pilotos nas citações da base de dados da American Safety Foundation (www.americansafety.gov) como:

- "Eu não acredito que os controladores do Tráfego aéreo (ATC) compreendam o funcionamento e objetivos dos computadores de bordo ...",
- "Os controladores necessitam compreender o aumento da sobrecarga que é canalizada para 2 homens (cockpit) ao passar instruções para a aeronave em vôo... Nós somos penalizados com freqüente mudanças..."
- "As mudanças simples nos procedimentos (ATC) ajudariam a reduzir a sobrecarga e assim nós poderíamos manter nossas cabeças fora do cockpit e ainda usar o computador..."

Em vários aspectos, a automação avançada no cockpit exigiu habilidades para a tripulação operar com segurança dentro dos limites do ambiente do tráfego aéreo. Conhecimento de trajetos complexos de partida e de aproximação, estabelecimentos de níveis de vôo (rotas), navegação, etc. podem ser pre-programadas, reduzindo a sobrecarga cognitiva da tripulação aliviando o trabalho, para a tarefa de pilotar e parte, para manter os afastamentos determinados pelo tráfego aéreo.

Determinadas características foram adicionadas, como o indicador de situação horizontal eletrônico (exposição do mapa de movimento em um *display*), que auxilia a tripulação a visualizar e compreender as implicações destes afastamentos. A figura 112 apresenta este tipo de display.



Fig. 112- Display em avião automatizado que apresenta o mapa de movimento da aeronave (Foto cedida por Alexandre Rizzo, 2005)

A FAA tem registro de numerosos exemplos, entretanto, que fornece a evidência das incompatibilidades entre aviões altamente automatizados e o ambiente do serviço do tráfego aéreo. Entre grupos de apoio de terra, pilotos, e fabricantes do *avionics* (eletrônica de bordo) há um grande consenso que estas incompatibilidades representam um modelo de sustentação de voo significativo que impacta a segurança e a eficiência de operações atuais.

Por exemplo, realização de mudanças atrasadas em afastamentos de aeronaves na aproximação e no pouso podem criar situações de elevado potencial de insegurança, aumento de sobrecarga cognitiva e estresse para as tripulações de aviões altamente automatizados enquanto tentam reprogramar a informação confirmada de chegada (operação de descida, aproximação e pouso). Ou então, as tripulações podem ser forçadas a reverter a níveis mais baixos da automação e desse modo, negar algumas vantagens que puderam estar disponíveis com o uso das potencialidades da alta automatização.

Como um outro exemplo, algumas aproximações e partidas estabelecidas são incompatíveis com os aviões altamente automatizados ou não permitem o uso opcional da automatização.

Aproximações "Slamdunk" (descidas com alta taxa de perda de altitude) ou descidas glissadas (posicionamento frontal da aeronave, no pouso, contrário à direção do vento, com a asa um pouco abaixada), nos últimos estágios da aproximação, são problemas atuais para qualquer avião, altamente automatizado ou não.

Por exemplo, na aproximação do aeroporto internacional de San Francisco, não é incomum ser retido em níveis de voo acima de 7000 pés na "perna do vento" (estágio de posicionamento e direção da aeronave na aproximação para pouso vide figura 74 na página 171) e ser solicitado a girar para a reta final (último estágio que antecipa o pouso) com distância muito pequena para realizar a descida. Tais procedimentos necessitam ser revistos com cuidado a fim fornecer o contrapeso apropriado entre a segurança e as capacidades de controlar as aeronaves. No geral, os problemas recaem em uma de três classificações:

1) Afastamentos que são difíceis de manter para qualquer aeronave, mas é particularmente difícil para aviões altamente automatizados, como:

- Trajetos de voo perto do limite da potencialidade de desempenho do avião
- Descidas "slam dunk", aproximações rápidas e descidas glissadas (op.cit);
- Identificar e mudar de pista no último minuto do pouso ou da decolagem e
- Ordem de afastamentos atrasados para vias mais abaixo ou mais acima
- Subida ou descida ou para confinamentos (espera em voo).

2) Afastamentos que foram criados e baseados nas potencialidades de uns aviões mais antigos e que podem ser difíceis de executar usando a automatização avançada como *go-around* (toque arremetido- a aeronave, no pouso, toca na pista e volta a subir) que é complexa e difere da aproximação programada previamente e indicada nos bancos de dados dos computadores de bordo destas modernas aeronaves.

3) Afastamentos que não utilizam as vantagens das potencialidades originais de aviões com sistemas de navegação muito modernos como:

- Interceptação de radiais (via específica controlada) em um ponto arbitrário
- Dispositivo navegacional automático
- Trajetos coordenados da chegada e da partida
- Conceitos da aproximação sem precisão que fornecem a orientação vertical do trajeto, sistemas de aproximação de uma extremidade da pista de decolagem em pontos arbitrários afastados do trajeto de voo

Um interesse adicional em determinados procedimentos de tráfego aéreo tem-se levantado recentemente com o desenvolvimento da informação precisa na navegação aérea (o sistema posicionamento global (GPS)). Para o exemplo, alguns procedimentos que podem ter fornecido a separação apropriada entre aviões por muito tempo podem agora não ser mais apropriados em um ambiente do GPS. O grau elevado de precisão fornecido pelos sistemas de navegação modernos que usam o GPS pode realmente aumentar a possibilidade da colisão se houver uma falha processual ou uma falha humana no uso destes procedimentos.

Os exemplos incluem uso de uma prática comum no seguimento dos procedimentos da chegada e da partida para onde o avião é direcionado durante a subida e a descida, ou rotas transatlânticas. São atribuídos ao avião afastamentos similares exatamente na mesma trilha transatlântica para distâncias longas. Estes procedimentos e rotas do tráfego aéreo devem ser reavaliados e modificados ou eliminados.

As incompatibilidades entre potencialidades do avião automatizado e o ambiente de serviços do tráfego aéreo resultaram em situações de altitude imprópria, velocidade errada, e na introdução de novas atribuições e preocupações nos postos de trabalho do controlador aumentado a carga cognitiva dos controladores e dos pilotos, degradação da consciência situacional dos pilotos e uso ineficiente do combustível e do espaço aéreo. Segundo a NTSB (op.cit.), demandas atuais dos procedimentos no tráfego aéreo, devem ser bem coordenadas com os usuários do sistema de

tráfego aéreo (ATC e pilotos) e os fabricantes do avião. Adiciona-se aí, a complexidade indesejável encontrada:

- Nos projetos dos sistemas de “piloto- automático” do avião,.
- Nos procedimentos operacionais e
- No treinamento adicional devido à grande variedade de procedimentos que são introduzidos sem levar em consideração as consequências operacionais no desenvolvimento dos projetos dos aviões.

Segundo a FAA, a solução destes problemas apresenta desafios significativos a nível nacional, mas é mesmo mais difícil quando se considera a variação internacional em sistemas de controle de tráfego aéreo. Não obstante, estes problemas e desafios devem ser encarados e tratados. Conceitos novos na gestão do tráfego aéreo (uso aumentado de roteamentos diretos, e voo livre), podem ter um papel importante na resolução de algumas destas incompatibilidades.

7.1.6- A Roldana de ajuste fino das superfícies móveis de controle de voo

A falta de uma roda manual de ajuste fino (*trimmer*- vide figura 113) em alguns jatos modernos é uma falha séria de projeto, segundo a FAA. Nestes tipos de jatos incluem o DC9 e os similares como o Douglas MD83 que caiu no Alaska em 31 janeiro 2000. Nestes acidentes, os *trimmers* deixaram de funcionar. Os aviões com e sem este *trimmer* emitem um alerta, que é um som característico a cada metade de grau de movimento do ajuste do estabilizador e leme de direção. Um piloto mal treinado poderia facilmente interpretar errado o som. Uma roda móvel e visível de ajuste que gira de encontro ao joelho é intuitivamente óbvia a qualquer piloto.

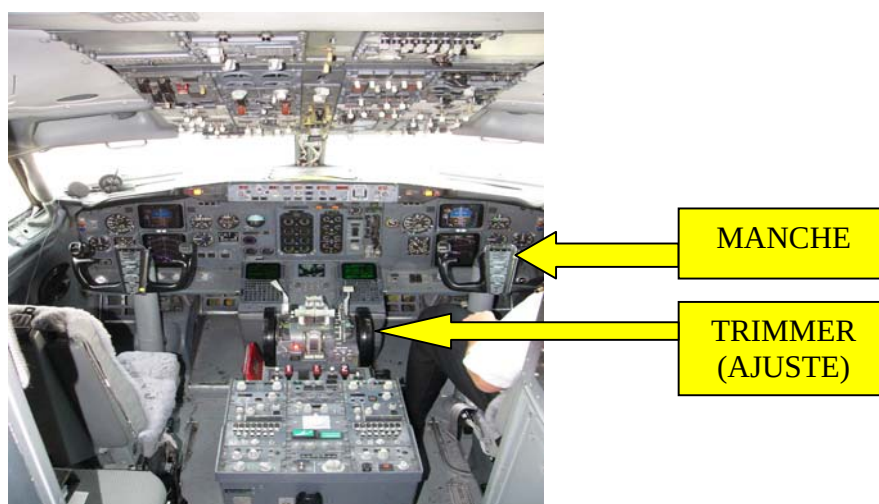


Fig.113- *Trimmer* em formato de roldana do 737 na altura do joelho, fácil de ver e operar (foto disponibilizada pelo site www.zenosbirdvideos.com/ Stuff.html 16/03/2005)

7.1.7- O Manche- *Sidestick* versus convencional tipo coluna

A introdução 1989 do Airbus A320 testemunhou uma polêmica sobre os conceitos de projeto de um avião civil para o transporte a jato: A introdução do “*sidestick*” (vide figura 64, página 125 e figura 112 abaixo) nos novos aviões da família Airbus, dispensando a coluna de controle convencional situada normalmente entre os pés dos pilotos (manche) , sob pretexto que a coluna (manche tradicional) obstrui a visão dos pilotos referente ao painel de instrumento do voo.

Mas isto somente é verdadeiro para uma coluna de controle mal projetada, como aqueles instalados no avião B727 e B737 de Boeing. Uma coluna de controle bem projetada não obstrui a visão dos pilotos dos painéis de instrumento do voo. Há uma abundância dos exemplos de avião que voam atualmente nos quais a coluna de controle não obstrui a vista do painel de instrumento do voo, como exemplo o B767, B777, DC9, MD 8x etc , segundo uma equipe de estudos de interfaces em aviões modernos da FAA (1996). Eliminando a coluna de controle convencional (manche, vide figura 111 pag.230). A Airbus quebrou uma tradição de um projeto fundamental à segurança do avião introduzindo uma série de características de projeto que afetam adversamente a segurança do avião.

O Sidesticks é uma pequena alavanca em lados contrários no posto do piloto comandante (lado esquerdo) e do co-piloto (lado direito). É pequeno suficiente e distante da visão do outro para o acontecimento de um piloto acioná-lo para descer enquanto o outro estar tentando subir o avião.

Para funcionar corretamente para cada um dos pilotos acionando o seu *stick* de controle, tem-se uma tecla da ultrapassagem (que indica ao outro o comando do manche- vide figura 114), mas no calor de uma emergência, este artefato raramente usado, poderá ser facilmente esquecido. A idéia da tecla da ultrapassagem do controle no Airbus é um dispositivo que apresenta duas vezes a oportunidade de errar. Aeronautas (alguns pilotos inclusive) ficaram atraídos pela originalidade do projeto. Mas este tipo de projeto, em uma década de serviço, não teve nenhum outro efeito além de gerar ceticismo. O controle do *sidestick* A320 é questionável.

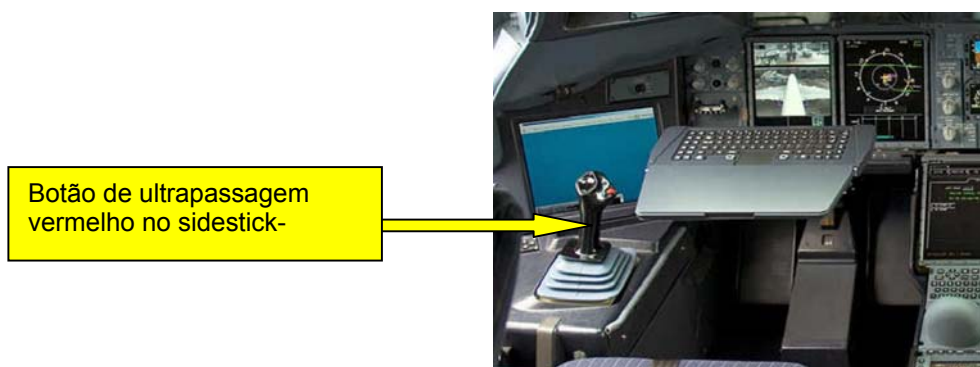


Fig-114- Sidestick do piloto comandante no Airbus A380 - ao lado esquerdo do assento
(Foto cedida pelo Cmte Rocky, 2005)

Existem implicações sérias em muitas situações tais como a incapacitação súbita do piloto manipulando o stick ou no caso de treinamento de um piloto inexperiente. Segundo a FAA em suas análises de causalidades de acidentes, ambos fatores são claramente condicionantes significativos em um incidente como o que ocorreu com um Airbus A320 em 12 agosto 1991 no aeroporto de Sydney, quando o capitão do avião estava checando seu primeiro oficial na manobra de toque-arremetido (avião no pouso toca com as rodas na pista e sobe novamente) para evitar uma colisão com uma aterragem em uma pista de decolagem transversal. Na investigação subsequente ao acidente que se sucedeu, descobriu-se que o primeiro oficial morto, cuja mão ainda estava descansando levemente em seu stick, acionava inadvertidamente o stick para o avião descer enquanto o capitão estava tentando subir o avião.

O que está acontecendo com o avião e as ações de controle dos pilotos devem ser aparentes, transparentes e claras para ambos os pilotos, o tempo todo desde o momento em que os pilotos entram no cockpit até a parada da aeronave e o desligamento dos motores.

(i) Perda da sensibilidade fina nas mãos durante o voo manual.

Os *sidesticks* não transmitem nenhuma informação para pilotos sobre o que os computadores estão fazendo em processo de voo manual (com o sistema piloto automático desligado). Os computadores do Airbus Fly by Wire (FBW- sistema de controle da aeronave totalmente apoiado em sistemas computadorizados, elétricos que utilizam transmissão de comandos por fios e fibras óticas) realizam correções de voo (por exemplo, estabilizar a aeronave em caso de turbulência) sem transmitir nem apresentar nenhum movimento nos *sidesticks*. Esta é uma grande falha de projeto, segundo a equipe de estudos de fatores humanos da FAA que estuda as interfaces entre pilotos e os modernos cockpits (1996). A sensibilidade tátil é um importante componente da consciência situacional do ser humano. Esta mesma crítica se aplica ao Airbus quando está em modo “piloto automático” (quando os computadores assumem o controle de voo) e as ações deste sistema automático não são transmitidas ao *sidestick* de controle que provocariam movimento neste dispositivo. Isto seria uma importante fonte de informação ao piloto, responsável por controlar a aeronave.

Esta é uma situação que isola o piloto de importante fonte de informação do avião que pilota sem saber integralmente do que está acontecendo com a máquina sob sua responsabilidade e que não está mais sob seu absoluto controle.

Esta interface de controle também afasta o piloto de suas habilidades básicas do voo e coloca-o em um sentido falso da segurança sobre a infalibilidade da máquina e o induz a

seguir cegamente o que determina o computador. Esta equipe da FAA registra ainda que o conhecimento do que o avião está fazendo deve ser total e intuitivamente claro para o piloto e que a empresa Airbus perdeu de vista uma regra fundamental de projeto de aeronaves que se traduz na operação segura de um avião.

(ii) Inexistência de controles alternativos na falha do sistema.

Com o *sidestick*, não existem meios mecânicos alternativos para que os pilotos tenham alguma forma de domínio direto sobre as superfícies móveis de controle do avião no caso de falha destes sistemas. Os pilotos A320 ficariam, na circunstância de falha, somente com um controle secundário do leme e de uma guarnição (pequena superfície de ajuste) do estabilizador que seriam insatisfatórios para conduzirem o avião para aproximação e pouso.

O Airbus A320 é controlado por sete computadores de controle do voo. Quando um computador apresenta colapso ou falha, é então substituído automaticamente pelos computadores restantes. Cada falha de um computador é acompanhada por mudanças instantâneas nos computadores restantes, que continuam a operar. Essencialmente, o A320 apresenta para os pilotos, sete aviões diferentes, dependendo do nível da degradação do computador que está em comando do voo. A falha de sistemas elétricos e hidráulicos no A320 (que freqüentemente acontecem na aviação), faria este avião "invoável".

Os relatos da FAA mostra em seus registros, contrapondo a esta situação, um avião antigo de 40 anos de uso, um Douglas DC9 que sofreu uma perda completa dos sistemas elétricos e hidráulicos onde houve reversão do sistema de controle para forma manual deixando o avião ainda satisfatoriamente controlável.

7.1.8- Treinamento

Segundo citação do Dr. Madeiras De David, 1996 (apud FAA 1994), "Um dos mitos sobre o impacto da automatização no desempenho humano é que enquanto o investimento na automatização aumenta, menos investimento é necessitado na perícia humana. De fato, muitas experiências mostraram que a automatização progressiva cria exigências de novos conhecimentos e de maiores habilidades no ser humano."

Nas investigações da FAA, foi registrado que empresas de aviação relatam que a natureza e a complexidade de plataformas de voo automatizadas resultam nas necessidades de conhecimento adicional para os pilotos sobre como funcionam de modo diferente os subsistemas e as modalidades automatizadas.

As investigações da indústria mostraram que as complexidades das plataformas de voo automatizadas induzem os pilotos a desenvolverem modelos mentais demasiadamente simplificados ou errôneos sobre a operação de sistema, particularmente sobre a lógica da transição de modo manual para modo automático.

O normal dos departamentos de treinamento é ensinar como controlar os sistemas automatizados em situações normais e não a ensinar a administrar situações diferentes das que pilotos poderão eventualmente encontrar. A VARIG, por exemplo, não tem simuladores de Boeing 777, onde pilotos deveriam, a exemplo da Singapore Airlines, exercitar emergência de perda de sistemas automatizados, pelo menos duas vezes por mês.

Segundo a FAA, investigações apresentaram incidentes onde os pilotos tiveram o problema de fazer atuar com sucesso, um nível particular da automação, e onde houve muita demora em tentar realizar a tarefa com a automação em vez de tentar alternativamente outros meios para realizar seus objetivos de gestão de voo.

É justo aquelas circunstâncias que o novo sistema é mais vulnerável a uma falha no desempenho e que ocorre abalo de confiança do binômio Humano-Automação agravado com uma progressão das confusões e falta de compreensão.

Os programas da qualificação acreditam que é importante para tripulações serem preparadas para lidar com situações normais, para lidar com o sucesso e com o provável. A história da aviação mostra e ensina que situações emergenciais se ainda não aconteceram, certamente acontecerão.

7.1.9- Regulamentos, métodos e avaliação de pilotos

Avaliando erros de desempenho, qualificação e treinamento de tripulações, procedimentos, operações, e regulamentos, possibilita-se compreender os fatores que contribuem para os erros.

Frequentemente, os erros dos pilotos podem facilmente, à primeira vista, serem identificados, e pode-se postular que muitos destes erros são previsíveis e estão induzidos por um ou mais fatores relacionados com o projeto, treinamento, procedimentos, políticas, ou com o posto de trabalho.

A tarefa mais difícil é antecipar estes erros e fazer exame da ação corretiva preventiva antes da ocorrência de uma situação potencialmente perigosa. A equipe da FAA que trata fatores humanos (1996) acredita que é necessário melhorar a habilidade de fabricantes de aeronaves, da

navegabilidade, de empresas de aviação para detectar e eliminar as características de um projeto (ou as características) que criam erros previsíveis.

Os regulamentos e critérios de homologação atuais não contemplam detalhadamente a avaliação de projetos de uma plataforma de voo para contribuir com redução de erros dos pilotos ou aos problemas de desempenho humanos que contribuem ao erro dos pilotos.

Nem os critérios adequados, nem métodos, nem as ferramentas existem para que projetistas ou os responsáveis por regulamentos usem-nas para conduzir tais avaliações. Mudanças devem ser feitas nos critérios, padrões, métodos, e ferramentas usadas nos processos do projeto e da certificação.

Acidentes recentes, como o acidente do Airbus A320 da AirInter perto de Strasbourg, forneceu a evidência das deficiências no projeto e na certificação. Embora esse acidente mostrasse fraquezas em diversas áreas, destacou particularmente o potencial para que as características aparentemente menores tenham um papel significativo em um acidente. Neste exemplo, inadvertidamente o ajuste de uma velocidade vertical imprópria pode ter sido um fator importante no acidente por causa das similaridades no ângulo do trajeto de voo, da maneira e da velocidade vertical que são indicados no FCU (Flight Control Unit- unidade de controle de voo).

Embora este problema fosse levantado durante o processo da aprovação da certificação, acreditou-se que os avisos de modalidade do voo e o PFD (Primary Flight Display- monitor de informação básica de voo) compensariam toda a confusão causada pela exposição do FCU, e que os pilotos usariam procedimentos apropriados monitorar o trajeto vertical do avião, afastamento do terreno, e estado da energia. Esta avaliação estava incorreta.

Sob padrões atuais, as avaliações de carga cognitiva dos erros potenciais de pilotos e suas conseqüências, não são avaliadas. Mas o FAA busca na análise dos erros de pilotos, um meio de identificar e eliminar preventivamente futuros erros de projeto que induzem a problemas e suas conseqüências. Esta postura é fundamental para avaliações futuras avaliações de postos de trabalho de tripulações em aeronaves.

Identificar projetos que possam induzir a erros de pilotos, prematuramente nos estágios de fabricação e no processo de certificação permitirá ações corretivas em estágios que tem custos viáveis para corrigir ou modificar com impacto menor no cronograma de produção. Isto pode ser feito buscando nos históricos de desenvolvimento de aeronaves, erros que conduziram a acidentes e que foram construídos ainda na fase de projeto, muito antes da aeronave estar pronta. Por exemplo, as janelas do Comet IV, os sistemas elétricos do Lockheed Eletra III, os trens de pouso do Cessna Cardinal, os poucos parafusos de fixação das turbinas da asa dos Douglas MD-11 e muitos outros problemas onde, eventualmente, os pilotos e os técnicos de manutenção seriam de muito auxílio se puderem contribuir com suas opiniões.

8 – RECOMENDAÇÕES

8 – RECOMENDAÇÕES

Este capítulo tece um conjunto de recomendações que eventualmente podem ser utilizadas por pessoas interessadas, nos órgãos encarregados de prevenção e investigação de acidentes aéreos, por fabricantes de aeronaves, por empresas de aviação e pelas administrações dos aeroportos.

As recomendações apresentadas neste trabalho estão fundamentadas na pesquisa de literatura feita neste trabalho, que julgo serem pertinentes aos acidentes analisados, e fundamentadas igualmente nas teorias registradas neste trabalho, nos estudos teóricos das causalidades dos acidentes realizados por entidades devotadas à prevenção de acidentes aéreos e nas suas respectivas discussões.

Se forem consideradas pelos órgãos responsáveis pelo controle de acidentes aeronáuticos, poderia haver uma melhoria nas estatísticas envolvendo aviões nas regiões que as adotarem.

Procuramos concentrar as recomendações vinculadas a todos os problemas nas seguintes áreas da aviação:

- 1- Treinamento e comunicação
- 2- Sistemas detecção e proteção de fogo e falhas do motor
- 3- Critérios de classificação de erros
- 4- Seleção dos responsáveis por fabricação e por investigação de acidentes
- 5- Prevenção de RI (*Runway Incursion*)
- 6- Critérios mais apropriados para homologação aeronaves de treinamento básico VFR (Visual Flight Rules)

8.1- Treinamento e comunicação

O CENIPA (Centro Nacional de Investigação e Prevenção de Acidentes) e ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil) deveriam pensar em criar um grupo de trabalho com propósito de:

- b. Estabelecer um fórum para assegurar a coordenação entre os responsáveis pela elaboração de procedimentos e regulamentos de tráfego aéreo, os projetistas e os usuários de aeronaves com alto grau de automação e os especialistas em fatores humanos.
- c. Constituir e estabelecer liderança estratégica em um grupo de trabalho responsável pela disseminação das dificuldades encontradas para capacitação e treinamento de novas tecnologias. Este grupo deve ser capaz de auxiliar na identificação e solução de erros de pilotos principalmente erros de origem ergonômica e cognitiva.
- d. Requerer das empresas de aviação um processo para fazer todas as tripulações conhecerem efetivamente as experiências operacionais, os incidentes e acidentes relevantes que afetam a segurança aérea e problemas encontrados em treinamento de forma geral, promovendo debates sobre estes assuntos com especialistas em processos cognitivos e especialistas em doenças aeromédicas e psicosociais.
- e. Encorajar a adoção de critérios técnicos para a redefinição e modernização das informações dirigidas às tripulações referentes a NOTAMs, mapas, informativos, cartas de aproximação e pouso, procedimentos com instrumentos, dados meteorológicos, etc., utilizando auxílio de especialistas neste assunto como designers de informação. Todos tipos de informações que chegam às tripulações, de forma geral, devem ser enquadradas e ter alta prioridade na clareza, urgência e facilidade de compreensão em todos os seus possíveis formatos e tipos.
- f. Racionalizar as fontes de informação, procurando agilizar a chegada dos dados relevantes à segurança de voo às empresas e tripulações visando eliminar duplicação de esforços e concentrando esforços na velocidade e eficiência,
- g. Criar meios institucionais de assumir a liderança estratégica do trabalho elaborando procedimentos para assegurar que estas intenções sejam materializadas e que as medidas relevantes identificadas e transformadas em recomendações e procedimentos

sejam iniciadas e tenham continuidade permanente, suportando um portfólio coordenado de pesquisa em fatores humanos. Promover estudos periódicos que apresentem progressos e indiquem correções de rumo eventuais nos trabalhos que visam segurança e prevenção de acidentes com aeronaves,

- h. Estabelecer com a FAA e outras agências internacionais meios de trocar experiências que promovam ganho de resultados pretendidos com este trabalho.

8.2- O novo design dos sistemas de detecção e proteção de fogo e falhas do sistema de voo e motor

8.3.1- Fogo no sistema elétrico e o caso de um barramento elétrico extra e independente para caso de fogo a bordo (*Virgin Electrical Bus*).

O tratamento de fogo de origem em eletricidade a bordo elétrico a bordo teria mais eficiência e segurança pela instalação no avião de um sistema elétrico à espera (*stand-by*) completamente separado da fiação principal e que recebesse sua corrente do sistema elétrico primário e ou Air Driven Generator (ADG) e que seria usado na eventualidade de fogo elétrico a bordo para suportar os sistemas essenciais do avião, que são instrumentos situados normalmente no painel frontal do cockpit. Na operação normal, o *Virgin Electrical* (circuito virgem alternativo) permaneceria desconectado até que seja acionado para resolver o fogo elétrico suspeito, suprimindo a alimentação dos sistemas principais alimentados simples e apropriadamente (e idealmente,) pelo circuito alternativo da opção FOGO ELÉTRICO que tem os seguintes objetivos:

- Anular toda corrente elétrica AC dos circuitos elétricos normais (posicionando todos os relés do campo do gerador em *OFF*),
- Desconectar fisicamente a bateria da fiação elétrica DC,
- Conectar fisicamente a bateria e ou do Air Driven Generator (ADG) ao circuito elétrico virgem do fio à corrente para os sistemas elétricos essenciais suportados normalmente pelo barramento elétrico principal em normalmente em situação de espera (*Stand-by*).

A FAA registra em seus estudos sobre automação em aeronaves *Fly by Wire* (FBW- sistema de controle da aeronave totalmente apoiado em sistemas elétricos) que uma proposta do barramento virgem (*Virgin Bus*) necessita muito trabalho no projeto para inúmeras considerações na engenharia como:

- Instalar o roteamento do barramento elétrico alternativo (*Virgin Bus*) tão distante e afastado de toda fiação elétrica restante e principal o quanto possível,
- Adotar proteção atual reversa para assegurar-se de que o circuito elétrico virgem não se incorpore no o circuito elétrico normal através de nenhum sistemas Standby de emergência,

- Instalar o acionador do circuito alternativo no painel frontal de modo muito visível e de fácil acionamento em caso de fumaça no cockpit originado por provável pane elétrica,
- Instalar através de todas as seções da estrutura aeronave sensores confiáveis de detecção de aumento de temperatura, fogo e fumaça,
- Instalar sistemas supressores de fogo em todas as seções vulneráveis do avião especialmente em partes inacessíveis em voo como áreas de carga, painéis elétricos, equipamentos de navegação etc,
- Instalar detectores de curto-circuito de baixa intensidade (que podem evoluir para situações de alto perigo). Os detectores atuais, segundo os estudos da FAA não têm esta capacidade.

(i) Alerta de fogo no motor

Fogo de motor em voo é, para os pilotos, potencialmente uma das mais agudas situações de emergência, particularmente se ocorrer durante a decolagem no momento que as rodas saem do solo, especialmente se o aviso do fogo é acompanhado de alta vibração e desintegração do motor. Para esta razão os avisos de alerta e as manetes corte de FOGO de MOTOR devem ser posicionados adiante, no painel de instrumento, acima dos instrumentos do motor, bem dentro da visão periférica de ambos os pilotos que monitoram os instrumentos do voo.

Vários estudos sobre racionalização dos procedimentos para atuar neste tipo de emergência tem sido propostos por entidades que cuidam de prevenção de acidentes aeronáuticos, como a FAA e o NTSB (Estados Unidos), ZAA (Nova Zelândia) e CENIPA (Brasil). Apresentamos um resumo destas várias propostas. A ferramenta mais eficiente para usar nesta emergência deve ser muito simples - o piloto (PNF- *Pilot Not Flying* –piloto que não está controlando o voo), quando tem confirmado o fogo, deve acionar o manete de fogo (esta fica iluminada) interrompendo alimentação de combustível para o motor e que faz acionar também o extintor de fogo. Ao acionar o manete de fogo, esta:

- Automaticamente silencia a campainha de advertência de fogo (se já não foi silenciada já pelo PF (*Pilot Flying*- piloto voando a aeronave) e
- Desconecta o *autothrottle* (alimentação automática de combustível).

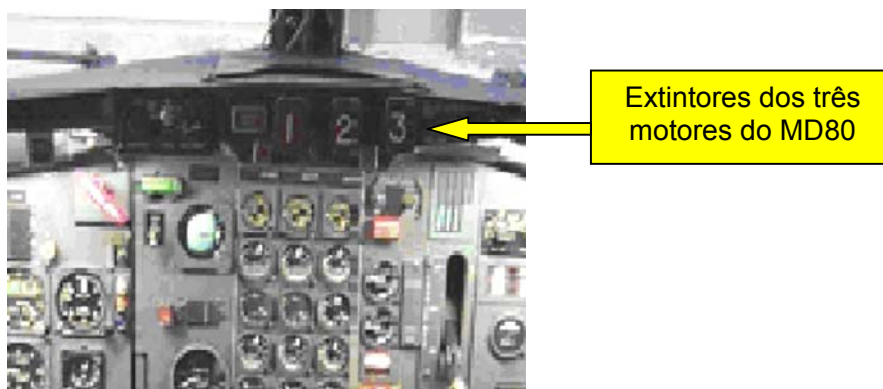
Acionar os manetes de fogo no painel frontal ou no console central requer movimento de olhos de ambos os pilotos, fora de seus instrumentos do vôo e girando suas cabeças, com o risco adicional de ambos os pilotos entrarem em desorientação espacial (perda do referencial do horizonte) que não deixa alguém monitorando a direção de vôo do avião enquanto os procedimentos de corte de fogo estão sendo acionados.

Esta situação potencialmente perigosa aumenta ainda mais pelo fato que a ferramenta de corte de fogo atual do motor de a maioria de avião do transporte do jato requer que os pilotos tenham os seguintes procedimentos, em quatro passos para resolverem esta aguda emergência que não é muito rara:

- Desconectar manualmente o *autothrottle*. (alimentação de combustível automática)
- Identificar e confirmar com o PNF (*Pilot Not Flying*) o corte de alimentação combustível (tanque de combustível) do motor em chamas.
- Identificar e confirmar como PNF o acionamento de corte do motor
- Confirmar as ações (PF- *Pilot Flying* e PNF) e acionar o manete de corte de fogo do motor afetado, acionando o extintor.

Os estudos da FAA sugerem que os métodos e dispositivos tradicionais apresentam, para os pilotos, quatro oportunidades de agirem errado (quatro armadilhas piloto), ao contrário desta ferramenta proposta.

O avião Douglas DC9/O e o avião da série MD80 são bons exemplos de sistemas bem projetados no que diz respeito ao aviso do fogo de motor e ferramentas de corte de fogo. Os manetes de corte de fogo do motor são posicionados no painel de instrumento frontal, apenas acima dos instrumentos de monitoração dos motores (vide os cockpits das figuras 69a e 69b da pagina 150 e a figura 115 abaixo— extintores do MD80).



Extintores dos três motores do MD80

Fig.115- Extintores de fogo do MD80 (foto da America Aviation no site www.americaviation.net)

(ii)- Alerta de falha do motor

Na maioria dos aviões de transporte a jato, uma falha de motor é acompanhada por uma série de luzes de advertência, normalmente associadas a falhas de motor não informadas, como falha do gerador, falha elétrica do barramento elétrico, falha de bomba hidráulica do motor, pressão baixa de óleo do motor, perda da constância da velocidade, etc. Na confusão que acompanha frequentemente uma emergência durante o voo, esta cascata de luzes de advertência tem o potencial de gerar uma interpretação errada do piloto das informações que elas indicam devido à sobrecarga de informações.

Esta confusão poderia ser consideravelmente reduzida se as luzes de advertência específicas de falha de motor e seus respectivos botões/manetes de correção estiverem todas juntas e localizadas em posição padronizada nas aeronaves, no painel frontal, acima dos instrumentos de monitoração do motor e bem dentro da visão periférica onde ambos os pilotos visualizam os instrumentos do voo.

8.3 Modificar os paradigmas de classificação de erros dos órgãos responsáveis por investigação e prevenção de acidentes aéreos

Os órgãos encarregados de prevenção e investigação de acidentes aéreos como o CENIPA (Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos) do Brasil e da FAA (Federal Aviation Administration) dos Estados Unidos da América deveriam ampliar suas classificações de erros para contemplar causalidades que, claramente não podem ser classificadas mais apropriadamente hoje em dia em suas tabelas de classificação de “culpas”. Por exemplo, fatos como:

- Eventos onde os pilotos ficam impedidos de agir como fumaça no cockpit, ou falha estrutural,
- Informações erradas sobre cartas de aeroporto que fazem aviões errarem navegação e às vezes se chocarem com elevações ou florestas perto do aeroporto destino,
- Aviões que entram, em espaço aéreo de nações hostis e são abatidos por caças.

Presumimos que estes apontamentos tenham objetivo de avaliar mais corretamente os problemas que contribuíram para os acidentes e que, a partir das análises destes acontecimentos, procedimentos e recomendações sobre segurança sejam elaborados e disseminados em todo mundo. Mas a falta de uma visão mais ampla e precisa do problema, da falha, do indício do erro poderá impedir que ações dirigidas diretamente e eficazmente a determinado problema não sejam realizadas.

8.4- Seleção do perfil do pessoal responsável por desenvolvimento de aeronaves e de investigação de acidentes

Esperamos que os fatores humanos estejam logo entre os critérios mais importantes no processo de certificação de aeronaves. Trabalhos de revisão dos regulamentos existentes devem ser feitos para harmonização de fatores humanos. Inclusive em diversos projetos industriais na área de aviação, por exemplo, o designer está provendo aspectos ergonômicos sustentando a boa usabilidade na certificação destes novos aviões.

Esta seria uma forma de prover aos usuários uma certificação de aviões inserida em critérios científicos de usabilidade considerando que o profissional de ergonomia conhece a ciência que trata dos componentes que promovem conforto e facilidades de uso de máquinas e equipamentos.

Registramos na página 138 que um grupo de trabalho multidisciplinar, segundo a FAA (Federal Aviation Administration -1996) orienta que um grupo de projetistas integrado por um ergonomista valoriza projetos em aviação para clientes e usuários finais. Com a grande experiência de um grupo multidisciplinar, os projetistas poderão criar soluções mais eficientes confortáveis para os usuários. O grupo proposto pela FAA seria composto pelos seguintes profissionais:

- Ergonomista,
- Projetista de interfaces com usuários,
- Piloto de teste,
- Engenheiro de sistemas,
- Especialista em *avionics* (eletrônica de comunicação de bordo),
- Especialista em treinamento,
- Especialista em certificação,
- Especialista em segurança,
- Controlador de tráfego aéreo.

O grupo oficial de investigação de acidentes aéreos, igualmente, se for integrada por um ergonomista, contaria com mais uma forma de contribuição que avaliaria as causalidades cognitivas e outros fatores ergonômicos como fatores efetivamente contribuintes nos acidentes e incidentes aéreos (onde procuramos exaustivamente demonstrar neste nosso trabalho).

8.5- Prevenção de RI (Runway Incursionm – invasão de áreas de atuação de aeronaves)

RI (*Runway Incursionm*) significa invasão de áreas de atuação. Área de atuação engloba as pistas, as faixas de pista e a zona livre de obstáculos, e envolvem, aeronaves, veículos, pessoas, animais e objetos. É necessário ter permanentes estudos estatísticos e um programa de prevenção de invasão nas áreas de atuação por ser um aspecto muito crítico na aviação.

Segundo a XLV Reunião 10 de agosto de 2004 do CNPAA (COMITÊ NACIONAL DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS), os maiores problemas RI no Brasil são causados por pessoas e animais. As estatísticas foram caracterizadas por invasões em decorrência das más condições das cercas patrimoniais dos aeródromos. Outras estatísticas significativas foram as relacionadas a incursões de viaturas, caracterizadas por deficiente treinamento e coordenação CENIPA (2002).

Este Comitê (CNPAA), registrou na sua XLV reunião, que os trabalhos de avaliação e coleta de dados neste sentido tem sido insuficientes para análises, principalmente pelas características de operação dos aeródromos brasileiros, que possuem baixo índice de tráfego aéreo, criando, desta forma, complacência nos reportes. Informou ainda que foi elaborado um programa de palestras educativas, distribuído às administrações aeroportuárias.

Uma avaliação deve ser feita dos resultados concretos e a cobrança da aplicação destas ferramentas de RI nas Vistorias de Segurança de Vôo que foram realizadas. Será definido um novo programa, tomando como base estes estudos de resultados, que deverá ser implementado dando ênfase nos sucessos concretos e estabelecendo cuidados nos resultados insatisfatórios.

Segundo Jenkins (2004), os aeroportos críticos são os de grande tráfego aéreo, como Congonhas, Guarulhos e Santos Dumont, e naqueles em que as pistas se cruzam, Curitiba, Belém, Natal e São Luiz, em virtude da maior possibilidade de ocorrência de RI. Estes necessitam de monitoração constante e precisam tem um programa dinâmico de prevenção devido à inconstância no formato dos problemas relacionados a aves que ameaçam aviões em fase de pouso e decolagem e por problemas relacionados a RI.

8.6 Critérios mais apropriados para homologação de aeronaves de treinamento básico VFR (Visual Flight Rules)

A pesquisa visualizou, em vários momentos, o uso inapropriado de aeronaves para vários propósitos. Uma preocupação específica, é a de utilização de aeronaves para treinamento básico de voo VFR (op.cit.). Principalmente porque esta será a gênese do desenvolvimento de jovens pilotos que muitas vezes, inocentemente são vítimas de escolhas erradas de aeronaves para seu aprendizado.

Um histórico de uma aeronave pode significar perda de vidas caso exista algum problema que não seja detectado antecipadamente por um instrumento de avaliação profundo, fundamentado em critérios ergonômicos, eficiente, contínuo e completo. Assim, pode-se ter como exemplo, a aquisição pelo governo brasileiro do avião argentino Aero Boero AB-115 (Figura 1) para ser utilizado por todos os Aeroclubes nacionais. A escolha foi baseada em critérios que não consideraram os aspectos técnicos como condicionantes prioritários. A escolha de uma aeronave não pode considerar critérios meramente políticos ou subjetivos como fatores fundamentais no processo de seleção.

A segurança aérea tem sido um condicionante importante para fortalecer e consolidar a aviação como o meio de transporte mais atraente da humanidade. O início da formação dos pilotos civis neste meio de transporte passa pela formação básica nos Aeroclubes em todo o Brasil.

Os preceitos ergonômicos devem permear os trabalhos técnicos voltados à melhoria da segurança da aviação como sistemas de capacitação como o CRM (Corporate Resource Management). Estes sistemas visam ampliar a capacitação de todo o pessoal envolvido na manutenção de aeronaves, na preparação de escalas dos pilotos, do trabalho específico do pessoal de apoio em terra e na operação com segurança da movimentação de aeronaves nos aeroportos, no solo, e em voo. No entanto, estes sistemas não visam uma avaliação nem um diagnóstico continuados de usabilidade e segurança de tais aeronaves. Em nenhum momento existe uma verificação se os preceitos iniciais que validaram aquela aeronave para um determinado propósito (por exemplo: treinamento básico, voo agrícola, voo noturno, voo acrobático ou treinamento militar) foram apropriados. Assim, pode-se afirmar que não existe uma verificação posterior para a validar e/ou confirmar os propósitos de escolha.

Existe um pensamento pressupondo que uma aeronave, tendo passado por todas as etapas de projeto e construção, uma vez homologada, estará então, em estado permanente de usabilidade e ergonômicamente perfeita.

Cabe então considerar se o propósito desta homologação levou em conta aspectos ergonômicos e de segurança do instrutor e do aluno em todas as fases do treinamento, usabilidade dos instrumentos de voo e outros preceitos importantes.

Construir para todos os propósitos é não construir perfeito, completo e apropriado para nenhum propósito. O uso indevido de algumas aeronaves, contrariando o seu propósito inicial pode se tornar um problema. Por exemplo, uma boa aeronave bi-place para voo VFR não significa que pode ser utilizada como aeronave de treinamento. Alguns problemas podem surgir afetando a instrução segura, por exemplo:

- Caso os assentos estejam dispostos em *tanden* (um atrás do outro) e na mesma altura, que pode afetar a visão do instrutor sentado no banco traseiro;
- Caso o instrutor não tenha acesso a todos os comandos que precisa alcançar, em momento crítico como as alavancas de acionamento dos hiper-sustentadores (*flaps* e *slats*), dos freios aerodinâmicos e dos comandos de trem retrátil.

Este é um problema real, que existe na referida aeronave padrão dos aeroclubes brasileiros para treinamento básico de voo VFR, o AeroBoero AB-115. Um exemplo hipotético seria uma aeronave militar, de ataque, tipo bombardeio de mergulho. Apenas o fato de ser uma aeronave projetada para este tipo de uso militar, não a qualifica para ser, eventualmente, uma boa aeronave de treinamento de pilotos em adestramento de táticas específicas de bombardeio de mergulho.

Problemas poderiam ser encontrados no controle deste tipo de aeronave, de alta velocidade, característica deste tipo de avião durante a fase específica de mergulho quase na vertical na execução da operação de bombardeio onde pilotos já treinados e experientes os resolvem. Da mesma forma, uma solução para preencher a necessidade de avaliação e seleção de aeronaves para a formação de pilotos civis, que iniciam em aprendizado de voo VFR, deveria ser o uso de um critério específico e apropriado.

Este critério teria por objetivo sistematizar a avaliação da confiabilidade, desempenho, segurança e usabilidade de aeronaves destinadas a treinamento básico de pilotos para padrão VFR (Visual Flight Rules). Este critério deve ser sedimentado em preceitos de segurança e experiências coletados através de consulta, refino de conceitos e consolidação de um formato final a ser definido com diversos instrutores e pilotos seniores.

Considerando que ainda não existe um critério oficial e padronizado para avaliar dinamicamente uma aeronave (em voo) e também um critério para avaliar sua usabilidade, devem, então, utilizar-se como base, alguns critérios e preceitos e diretrizes dirigidos à homologação de

aeronaves emitidas pelo Órgão de Direção da Aeronáutica Civil (DAC) do Brasil. Este processo de avaliação poderia a ser gradualmente maturado pelos usuários de modo a se consolidar futuramente, um instrumento padrão de avaliação de aeronaves VFR. A elaboração de um critério de avaliação de confiabilidade, desempenho e segurança determinará índices que poderão servir de orientação às decisões de certificação de uso de aeronaves de treinamento. Este critério deve ser baseado na confiança de parâmetros e índices obtidos através da aplicação de uma ferramenta de avaliação de aeronaves com o propósito de treinamento básico VFR (*Visual Flight Rules*). Com estes preceitos, o processo irá estabelecer determinantes como confiança no processo, facilidade e atratividade para a captura de respostas com entrevistados e clareza e simplicidade para registro.

O desenvolvimento do critério de homologação poderia ser composto pelas seguintes etapas:

- Identificação do que deve ser foco de investigação na aeronave
 - o as partes da aeronave onde devem ser realizadas avaliações
 - o os critérios de segurança, confiança e usabilidade que devem ser considerados
- Elaboração preliminar dos instrumentos de coleta de dados (questionários)
- Validação destes questionários com pilotos seniores e registros de opiniões
- Determinação dos parâmetros de importância e prioridades correspondentes à segurança, confiabilidade e usabilidade relacionados nestes instrumentos de avaliação
- Elaboração dos instrumentos definitivos revistos por estes pilotos e instrutores

A Identificação do que deve ser objeto de investigação na aeronave deve ter prioridade no desenvolvimento de um critério apropriado de homologação, avaliação ou seleção de aeronaves para este propósito. Para esta etapa de desenvolvimento do processo, aponta-se as áreas onde devem ser feitas avaliações que são segmentos que apresentam princípios necessários para a avaliação de uma aeronave em função da sua área de estudo. A Figura 116 apresenta os segmentos que devem integrar uma avaliação de uma aeronave:

- Análise de usabilidade e segurança de voo (Segmento 1);
- Enquadramento nas regras de homologação de aeronaves (Segmento 2);
- Avaliação de estrutura, robustez e facilidade de manutenção (Segmento 3).

Tais segmentos congregam a confiança, a segurança e a usabilidade de uma aeronave.

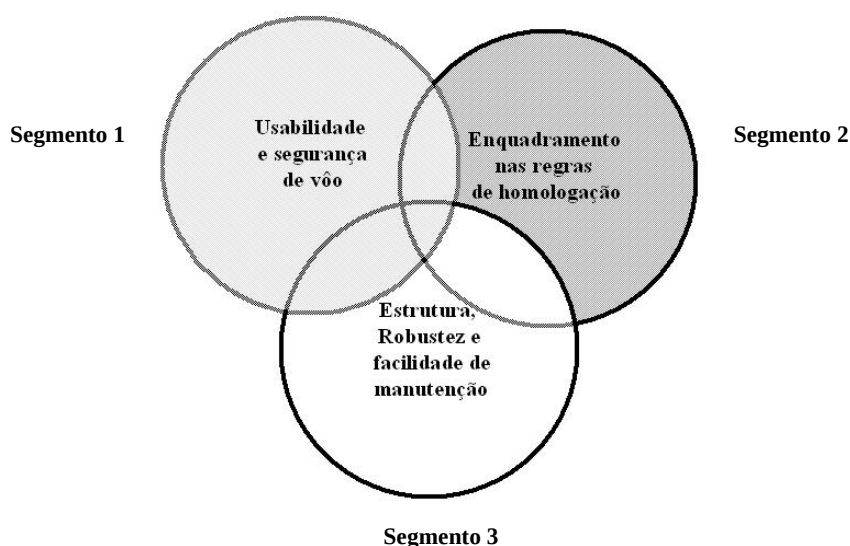


Figura 116 - Diagrama dos segmentos integrantes de avaliação de uma aeronave para voo VFR

As intercessões dos segmentos que integram o diagrama da figura acima indicam que as avaliações dos três segmentos em alguns aspectos são comuns e confluentes. Por exemplo, o Segmento 1 apresenta questões que avaliam a facilidade, alcance, legibilidade, manipulação e segurança no uso dos instrumentos como suporte ao voo. Já o Segmento 2, analisa a presença destes mesmos instrumentos enquanto apoio ao controle de voo com base nas regras e normas que lhe são pertinentes. A interseção destes Segmentos 1 e 2 irá auxiliar numa avaliação mais ampla e completa, considerando as particularidades e características de cada segmento. Certamente as avaliações em conjunto (considerando as interseções dos três segmentos) contribuirão mais apropriadamente para a avaliação final que se resume na finalidade de uso da aeronave em função dos aspectos próprios de avaliação que cabem a cada segmento.

Um lista de parâmetros referentes à sensação de segurança, confiabilidade e usabilidade de uma aeronave que, deve integrar os condicionantes para compor um método de avaliação de uma aeronave de treinamento básico e é sugerida na tabela 11 a seguir:

<i>parâmetro</i>	<i>DESCRIÇÃO</i>
Acessibilidade, entrada e saída	Facilidade de acesso à cabine de comando (cockpit). Está incluída a sensação para fuga em situação de emergência.
Conforto do assento - regulagem	Capacidade de regular, de acordo com as características antropométricas do piloto, a posição do assento de modo a tornar o posto de trabalho confortável para a tarefa de pilotar
Assento seguro	Sentimento de estar confortável e seguro quando sentado. Parâmetro que auxilia positivamente no efeito psicológico do piloto.
Visualização dos instrumentos	Facilidade de visualizar rapidamente e com precisão os instrumentos..
Precisão dos instrumentos	Confiabilidade e exatidão das informações apresentadas pelos instrumentos para os tripulantes da aeronave.
Facilidade de uso dos instrumentos	Correspondência precisa dos parâmetros indicados pelos instrumentos.
Comportamento da aeronave estabilidade natural em voo	Comportamento aerodinâmico da aeronave durante o voo. Obediência da aeronave aos comandos, independente dos instrumentos. Inclui saída de parafusos acidentais ou comandados
Comportamento da aeronave em terra	Comportamento de manobrabilidade da aeronave em terra, Resposta à ação dos comandos.
Facilidade de decolagem – comportamento aerodinâmico	Facilidade e comportamento da aeronave na decolagem. Sensação de leveza; binômio potência-penetração aerodinâmica.
Tarefa do piloto para realizar a decolagem	Exigência de ações do piloto para realizar a decolagem da aeronave (não é comportamento da aeronave). Realização dos procedimentos. Controlabilidade. Exigência física.
Facilidade de pouso – comportamento aerodinâmico	Facilidade e comportamento da aeronave no pouso. Sensação de controlabilidade; binômio comandos-(respostas da aeronave x fixação segura) no solo
Tarefa do piloto para realizar o pouso	Exigência de ações do piloto para realizar o pouso a aeronave pousar) (não relacionado ao comportamento da aeronave). Realização dos procedimentos. Exigência física.
Facilidade de pouso e decolagem com vento de travéz	Facilidade e comportamento da aeronave no pouso e decolagem com vento de travéz. Tarefas e esforço do piloto para executar estes procedimentos.
Robustez da aeronave	Qualidade da construção da aeronave para o fim proposto. Histórico da aeronave em situações anormais de pouso, voo ou decolagem e de histórico de fadigas de materiais. Estatística de ajustes e consertos indicados da fábrica ou pelo DAC
Segurança para o aluno (se aeronave de treinamento)	Exigências e facilidades fisiológicas e psicológicas para o aprendizado do aluno

Segurança do instrutor (se aeronave de treinamento)	Exigências e facilidades fisiológicas e psicológicas para o instrutor na tarefa de instruir o aluno.
Segurança para o instrutor agir em caso de perigo iminente	Condições e meios oferecidas/os pela aeronave para ação imediata do instrutor em caso de ação errada do aluno que coloque em risco a aeronave
Resposta da aeronave à ação do instrutor	Comportamento da aeronave nas ações não usuais/ emergenciais, tipo: arremeter, glissar, sair de parafuso chato, acidental ou normal não comandado, pouso 2 pontos, uso de freios aerodinâmicos, etc.
Segurança dos passageiros	Características e dispositivos de segurança direcionados aos passageiros. Assentos seguros, saídas de emergência, sinalização, kit de emergência (medicamentos, bote, rádios, localizador, etc.)
Uso de fonia	Facilidade, conforto para utilizar sistema de fonia interna ou para comunicação com a área de controle (ATC) pelo instrutor e pelo aluno (se aeronave de treinamento)

Tab.11– Lista de dos parâmetros de segurança e usabilidade de uma aeronave destinada a treinamento básico de voo VFR (*Visual Flight Rules*).

Esta tabela se refere à sensação de segurança, confiabilidade e usabilidade de uma aeronave a ser avaliada. Podem ser construídos coeficientes de importância e pontuação na avaliação da aeronave, para cada um dos itens desta lista para efeito de cálculo de um índice final global.

9- CONCLUSÕES

9- CONCLUSÕES

9.1 aspectos relacionados à ergonomia na aviação

Esta parte registra as conclusões do trabalho, enfatizando nosso questionamento sobre o grau de culpabilidade dos pilotos nos acidentes na aviação. A pesquisa levantou algumas oportunidades de discutir mudança nos critérios de classificação de falhas e problemas nas investigações de acidentes aéreos, provocando alternativas para adotar novos formatos de observar e divulgar dos resultados das investigações sobre acidentes com aeronaves. Provocamos uma reflexão sobre a adoção da terminologia INCAPACITAÇÃO, promovendo uma amplitude maior neste foco, arrolando os processos de treinamento e monitoração continuada das empresas de aviação, discutindo sobre a eficácia e eficiência dos critérios de capacitação dos pilotos. Os vôos noturnos e sob mau tempo são foco de observação neste capítulo, alertando para a necessidade de existir uma permanente observação do estado emocional dos pilotos e para cuidados adicionais que o suporte de vôo e terra deveria ter para vôo nestas condições meteorológicas adversas. O tratamento da INFORMAÇÃO e todas suas implicações e formatos é considerado nesta parte do trabalho, relacionando-o aos problemas de incapacitação. A seleção apropriada de aeronaves para propósitos específicos também tem a devida importância desta finalização do trabalho, inclusive propondo modificações nos critérios oficiais de homologação de aeronaves, incluindo nestes critérios, os aspectos dinâmicos de vôo para certificação de aeronaves.

(i) Sobre a culpabilidade dos pilotos

Este estudo permite uma reflexão sobre culpabilidade quando estudamos os formatos dos registros oficiais dos acidentes aeronáuticos verificando a permanente imputação da participação dos pilotos com alto fator contributivo nestes eventos.

Modificar este cenário é muito difícil em curto prazo, porém pode-se visualizar pelos resultados deste nosso estudo, que, pelas origens das causas da participação humana, é possível modificar muito este quadro. O fator cognitivo tem alta participação nas origens dos problemas (42% de todos os acidentes). Se considerarmos outros fatores ergonômicos como ergonomia de produto que incide em escolha inapropriada de materiais de materiais e projetos mal feitos, por exemplo, este percentual será ainda maior.

O tempo é um fator problema a considerar e que incide substancialmente na alteração do quadro estatístico geral sobre culpabilidade e ocorrência de acidentes. Isto significa que quanto mais

tarde se considerar este processo como pertinente, verdadeiro, tanto mais tarde existirão soluções e sucessos. Na aviação, tudo é muito lento porque é muito pensado e envolve muitas pessoas e instituições.

Os critérios adotados pelos órgãos encarregados de investigação em acidentes não prevêm alternativas que permitem uma visão mais clara dos problemas de origem cognitiva ou outros problemas de origem ergonômica. Igualmente, pouco se considera nestes critérios, a possibilidade da impotência do piloto de agir diante de determinadas circunstâncias. O resultado imediato é uma racionalização da culpabilidade dos acidentes, recaindo invariavelmente no fator humano como causa ou fator contribuinte.

(ii) Sobre as tabelas oficiais de enquadramento dos problemas que levaram aeronaves a acidentes: A incapacitação versus a falta de capacitação

Muitos erros nas tabelas de classificação são enquadrados como apenas “incapacitação do piloto” ou “erro de navegação”. Há uma confusão e uma grande necessidade de distinção entre INCAPACITAÇÃO E INCAPACIDADE do piloto em agir corretamente ou mesmo de ERRO DE NAVEGAÇÃO.

Verifica-se que os registros de acidentes pelos órgãos atuais listam os fatores contribuintes de um acidente e as causalidades de forma independente. Estes registros não as correlacionam nem as enquadram em estereótipos ou padrões. Estes padrões deveriam ser estruturados à medida que os registros de acidentes vão sendo implantados, formando um padrão. O sistema desenvolvido para este estudo (Aviation DataBase) agrupa instantaneamente cada acidente implantado segundo suas características, atribuindo a este um padrão específico, caso os condicionantes já existam como grupamento prévio. Caso contrário, o sistema inicia a formatação de um novo perfil de acidente. Desta forma, uma função deste sistema permite determinar um tipo de grupamento segundo detalhes informados do acidente, que poderia auxiliar a apontar para indícios de origem dos erros. Principalmente para os de origem cognitiva. É necessário identificar precisamente os problemas ou os erros que hoje contribuem para impossibilitar os pilotos a agirem corretamente. Estes problemas poderiam apontar, eventualmente, para incompetência devido à limitação de capacidade destes pilotos de se adequarem ao aprendizado da automação nas aeronaves.

Deve-se considerar, também, em uma análise específica, a capacitação inadequada ou o treinamento inadequado ou ainda considerar muitas outras razões que podem atenuar a participação efetiva ou culpabilidade do piloto nos acidentes. Enfrentar e tratar estes problemas amplia as frentes de prevenção de acidentes aeronáuticos.

O processo vigente chamado CRM (Crew Resource Management e Corporate Resource Management) poderia eventualmente, se houver interesse, analisar as questões levantadas neste estudo e incorporá-las em seus processos de capacitação para adotar novas soluções de abordagem em suas atividades de capacitação de tripulações sob uma perspectiva diferente ou mesmo mais ampla que a atual.

(iii) Sobre os vôos noturnos ou sem visibilidade

Uma questão importante a considerar é o olhar de quase indiferença dos administradores das empresas de aviação para a operação de vôos diurnos e vôos noturnos. O cenário externo em um vôo noturno (por instrumentos) é totalmente diferente de um vôo diurno, mesmo que este seja também apoiado por instrumentos, pois a visão externa proporciona um apoio natural e indiscutível ao fenômeno de deslocamento do indivíduo em um artefato. Se considerarmos que a aeronave atravessa nuvens carregadas (em tempo fechado), ainda assim, a claridade e a variação da coloração destas nuvens proporciona um cenário natural menos intranquilizante ao ser humano durante o deslocamento da aeronave em vôo diurno. A sensação de falta de movimento em vôo noturno, causado pela estabilidade de uma aeronave moderna (como estar em um elevador em movimento e que parece estar parado) somada ao longo período de tempo de duração de um vôo e à insegurança natural causada pela sensação indefensável da possibilidade de ocorrer algum acidente por falha de equipamentos ou de receber uma informação de navegação incorreta ou incoerente traz para o piloto, incontestavelmente, uma sensação diferente e pior do que a expectativa e a sensação de pilotar um vôo em ambiente diurno. Soma-se a estas pressões, a dependência de apoiar integralmente a aeronave durante o vôo, principalmente em vôo noturno, em estações de controle de tráfego aéreo (no mínimo duas: uma na decolagem e uma no pouso), onde novamente os pilotos dependerão de seres humanos, que estão em terra firme e sujeitos a falhas e a problemas com equipamentos.

Esta hipótese não é considerada como parte integrante do trabalho do piloto. Hoje a aviação trata o vôo em ambos turnos se fosse o turno diurno, como uma atividade natural na profissão dos pilotos. Não há maiores suportes de segurança adicionais. Mas observa-se em nossa amostra, um importante sintoma nos acidentes ocorridos à noite, onde, ao correlar-se o fator aeromédico e psicosocial saúde no período de vôos noturnos e diurnos, encontra-se o componente estresse e cansaço muito mais presente em vôos noturnos ou em mal tempo. Seria intuitivo se imaginar que estes reflexos no ser humano acontecem, considerando que são consequência dos condicionantes citados, acontecendo ainda uma sobrecarga emocional nesta situação de ausência de visão do meio externo, mas os pilotos veladamente confessam que não é assim que as empresas de aviação pensam e agem.

As escalas para vôo noturno, de maneira geral, são tão prioritárias como as escalas diurnas, já que, teoricamente, os pilotos são habilitados às duas situações. Encontramos no desenvolvimento de nossa pesquisa, lendo os registros detalhados dos acidentes, uma possível falha nestas ocasiões de vôos com tempo ruim. As empresas não monitoram de modo efetivo, os pilotos escalados para vôos em mal tempo ou noturnos durante os pré-vôos (atividades que antecedem o vôo no aeroporto) para captar algum sintoma de despreparo ou de abalo emocional na ocasião em que estes profissionais precisam realizar a tarefa de pilotar em condições meteorológicas desfavoráveis.

No período das décadas, sem as tecnologias de navegação e controle de tráfego aéreo (40 a 70 - antes da automação), a carga emocional era muito grande para a maior parte dos pousos com má visibilidade ou à noite porque a aviação não promovia as seguranças plenas de navegação necessárias para este tipo de vôo. Entretanto, a amostra apresenta um aumento do percentual de acidentes ocorridos sem visibilidade, mesmo com a chegada dos recursos de automação (período de 80 até a atualidade). É senso comum considerar a variação do comportamento humano ante a imprevisibilidade. Pode-se ver o mecanismo da máquina biológica relacionado com a tarefa de pilotar e suas respectivas exigências descritos nos capítulos que tratam dos aspectos fisiológicos e emocionais (3.3.1- descrição da tarefa do piloto e 3.3.2- a visão e ilusão visual, páginas 91 a 113).

No capítulo que descreve o estado da arte (4.1 e 4.2) vê-se que a tarefa do piloto nestas aeronaves modernas mudou muito e que a atividade de monitoração se tornou uma atividade imprescindível e mais importante no cockpit, onde o piloto compartilha com os computadores de bordo a função de controlar o avião. Os estudiosos da ciência da cognição sabem que a ação de monitorar é usualmente cansativa e enfadonha, aumentando muito a carga cognitiva, sendo o que agora acontece com os profissionais da aviação. Nestes capítulos citados vê-se que a tarefa do piloto é muito complexa e sem tolerâncias. Vê-se também que o contexto fisiológico do ser humano submetido a profissão de aviador, passa por uma pressão emocional considerável e muitas vezes sem uma contra-partida necessária das empresas de aviação que promova medidas preventivas para evitar os erros e os desvios de procedimentos que, às vezes, podem causar acidentes.

(iv) Sobre os erros por problemas de INFORMAÇÃO

Apesar dos recursos tecnológicos que se traduzem em sensores e em novos processos informacionais, a avaliação do tipo de erro referente ao aspecto INFORMAÇÃO (sub capítulo 6-3-1 página 202) não apresentou melhorias desejáveis na era da automação nos aviões.

A origem destes erros poderia apontar para problemas de capacitação e treinamento onde o piloto deveria aprender a lidar mais profundamente com estas novas interfaces e a identificar mais

eficientemente os sinais informacionais que todo este novo processo promove e fornece à tripulação das aeronaves de modo geral, (piloto e comissários), em seus diversos formatos. O tipo de avaliação de capacidade dos pilotos para realização de suas tarefas, realizada pelos encarregados de manter o conhecimento das novas tecnologias (CRM) nas mentes das tripulações e de como estes conhecimentos se traduzem em operação efetiva e continuada na pilotagem e controle das novas aeronaves deveria ser revista. Deveriam também ser modificados os métodos para obter melhores resultados nos treinamentos de fixação continuada de habilidades do piloto para controle do avião, principalmente nos aspectos referentes aos conhecimentos sobre o controle do envelope de voo das novas aeronaves em caso de colapso ou falhas dos sistemas automatizados (aspectos dinâmicos de sustentação da aeronave).

(v) Sobre a seleção e a avaliação dinâmica e apropriada de aeronaves apoiada em aspectos ergonômicos

Pela revisão de literatura, verifica-se os domínios ORGANIZACIONAL, FÍSICO e COGNITIVO na ergonomia. Os regulamentos aeronáuticos atuais não requerem nem fornecem os critérios que incentivem os fabricantes de aeronaves a desenvolverem projetos de plataforma de voo que direcionem mais profundamente considerações humanas e ergonômicas nos aviões. Além, à exceção tratarem superficialmente de sobrecarga emocional e cognitiva das tripulações, os regulamentos existentes e o material consultivo das empresas de aviação não fornecem diretrizes para adoção de critérios e métodos que possibilitem conduzir uma avaliação de uma aeronave visando o conforto e o desempenho humano quando estas máquinas são analisadas e avaliadas para homologação.

Frequentemente, a avaliação do projeto total de uma plataforma de voo feita pelos responsáveis pela homologação, é conduzida perto do final do projeto durante os testes de voo. Isto ocorre numa etapa bastante tardia do projeto onde é difícil fazer mudanças são identificadas durante a avaliação. A etapa do teste de voo pode contemplar muitos interesses humanos sobre desempenho, mas não pode considerar todos os aspectos ergonômicos. Em alguns casos quando se avalia ser demasiado caro mudar todo o projeto, um procedimento é desenvolvido para atender especificamente um determinado e mínimo interesse ou objetivo segundo a FAA (1996), que enfatiza a necessidade de se desenvolver um esforço para minimizar este método de corrigir vulnerabilidades ou falhas ergonômicas nos projetos de aeronaves. Os interesses em "reparar" um problema específico de desempenho ou ergonômico pode mascarar o problema real, e se este procedimento operacional for revisado ou eliminado da forma como é hoje, olhando-o isoladamente do projeto

todo, no futuro, o problema original do projeto pode transformar-se em um perigo potencial para a segurança de voo.

Critérios concisos e métodos regulatórios rígidos, se forem usados durante o processo de desenvolvimento de uma plataforma de voo e da sua certificação, ajudariam a definir o limite entre características insatisfatórias e inseguras, e a reduzir um problema em potencial ou a um perigo já efetivamente identificado. Um outro aspecto a considerar é que o pessoal que faz as avaliações pode não ter conhecimento técnico necessária fazer a avaliação de plataformas situadas no estado-da-arte da aviação.

O tipo atual processo de certificação de aeronaves nos Estados Unidos não incorpora adequadamente considerações sobre fatores humanos no projeto e na avaliação de plataformas de voo. O Brasil se espelha neste processo de certificação visando seguir padrões internacionais. Uma melhoria necessária neste poderia ser uma certificação suplementar feita por entidades (pessoas ou empresas) que seriam responsáveis por emitir um determinado tipo de certificado suplementar sobre usabilidade e outros componentes ergonômicos com importância efetiva, legal e operacional para os interessados e usuários deste equipamento.

É necessário desenvolver e aplicar critérios mais consistentes no processo de escolha e avaliação de aeronaves. Isto leva a crer que haveria uma redução do erro humano e de acidentes, pois os equipamentos, desta forma, seriam destinados de modo mais apropriado e clarificados em suas limitações e potenciais de operação e níveis de segurança para as mãos dos usuários finais.

A falta de objetivo, de padrões de regulamentos mensuráveis, de processos mais específicos e das ferramentas para avaliar o desempenho humano nas aeronaves nos processos de avaliação e certificação podem contribuir com os resultados inconsistentes ou disformes, porque o pessoal encarregado destas tarefas aplicam, muitas vezes, critérios de julgamento subjetivos que podem variar entre indivíduos. Isto pode conduzir às decisões sobre avaliações e homologação diferentes e aos resultados e diretrizes estão sendo impostas às empresas de aviação e aos fabricantes. Isto pode se apresentar em tipos diferentes de avião para o mesmo fabricante, e para fabricantes diferentes. Pode mesmo ocorrer no mesmo tipo do avião quando as modificações são certificadas em locais e por pessoas diferentes. As opiniões do avaliador podem não estar adaptadas às novas tecnologias.

As empresas de aviação, os fabricantes e autoridades aeronáuticas devem aplicar mais flexibilidade e se adaptarem "aos problemas reais do mundo e à nova tecnologia". Estas entidades reivindicam que os padrões de homologação e regulamentos atuais podem inibir a introdução das novas tecnologias. Um exemplo do tipo de problemas que podem ocorrer é dado por uma tentativa recente de uma empresa de aprovar o uso do GPS (Ground Position System) para a navegação. A

FAA (1996) publicou em sua coletânea de estudos sobre novas interfaces dos modernos cockpits que uma entidade propôs a integração oficial do sensor GPS no sistema de navegação de aeronaves e que foi negada pelas autoridades regulatórias dos Estados Unidos, afirmando a proposição era “injustificável, imprópria e demasiadamente cara”. A idéia do pretendente a esta inovação era assegurar um nível mínimo da segurança. O pretendente cancelou finalmente o projeto. Contudo havia um acordo geral e não oficial entre os interessados (pretendentes e órgãos oficiais) para usarem o GPS em aproximações de precisão enfatizando e que o uso do instrumento traria muitos benefícios, incluindo o aumento da segurança. Revisar critérios e métodos existentes (ou desenvolver critérios e métodos novos) poderia ajudar aos pretendentes a um novo processo de homologação e à comunidade regulatória a conquistar o objetivo de incorporar uma tecnologia nova e desejável, mantendo ou aumentando a segurança na aviação e inibindo acidentes perfeitamente evitáveis.

A Aplicação de critérios específicos para avaliação de confiabilidade e segurança de aeronaves deveria ser uma atividade permanente na aviação. É fundamental e prioritária a aplicação e disseminação de melhores critérios na elaboração de projetos de aeronaves, regulamentos e métodos de avaliação de segurança, confiança e usabilidade. Critérios mais apropriados e direcionados a propósitos de uso, métodos e ferramentas devem ser desenvolvidos, incluindo revisão e atualização do material e contexto existente. Desenvolvimento deste material é necessário para prover projetistas e pessoal de certificação com informações necessárias para permitir a identificação e direcionamento de cuidado a áreas das aeronaves que merecem mais atenção para segurança e usabilidade. Os critérios hoje de certificação priorizam os conteúdos físicos das aeronaves não priorizando o aspecto dinâmico do voo nem as avaliações dos usuários, que em instância final, arcará com eventuais ausências de critérios de avaliação que devem ser feitas pelos órgãos reguladores.

A elaboração destes novos critérios para algumas áreas que não consideraram a adaptação total entre as novas tecnologias e fatores ergonômicos deve ter prioridade e atenção em toda a aviação. Se um novo critério na aviação ou se atualizações regulatórias forem adotadas, deve haver um desenvolvimento paralelo de material de consulta associado. O material consultivo deve ser escrito de modo que possam ser aplicados na prática, com exatidão e eficiência e tenha clareza sobre o que se pretende e quais os critérios de aceitação. Os novos critérios de avaliação e o material a ser produzido devem ter como meta, a aceitabilidade, a viabilidade técnica, humana e operacional para uso, incluindo descritivos e aplicabilidade de métodos e exigências específicas do projeto, os determinantes apropriados relacionados à avaliação de confiabilidade e segurança, e os relacionamentos entre navegabilidade associada e regras de operação que devem ser aplicados e respeitados.

A equipe da FAA (1996) recomenda a elaboração de novos critérios para algumas áreas que não consideraram a adaptação total entre as novas tecnologias e fatores ergonômicos.

Se um novo critério na aviação ou se atualizações regulatórias forem adotadas, deve haver um desenvolvimento paralelo de material de consulta associado. O material consultivo deve ser escrito de modo que possam ser aplicados na prática, com exatidão e eficiência e tenha clareza sobre o que se pretende e quais os critérios de aceitação.

O material precisa ter como meta, a aceitabilidade, a viabilidade técnica, humana e operacional para uso, incluindo descritivos de métodos e exigências específicas do projeto, os determinantes apropriados relacionados a objetivos e segurança, e os relacionamentos entre navegabilidade associada e regras de operação que devem ser respeitados. Estes padrões e critérios precisam ser harmonizados em padrões internacionais. Visando a regulamentação e disseminação dos novos critérios, o CENIPA (Brasil) deveria:

- Rever o uso de luzes de advertência em transportes aéreos. Objetiva analisar os objetivos teóricos e a prática no uso de aviões modernos da categoria do transporte,
- Avaliar novos projetos da plataforma de voo considerando possíveis erros humanos e as consequências daqueles erros como a parte do tipo processo da certificação,
- Disseminar os relatórios de confiabilidade mecânica para aviões modernos da categoria do transporte. Incluir também as exigências de falhas significativas da automatização da plataforma de voo e ou anomalias que afetam adversamente a gerência segura do trajeto de voo,
- Preparar e distribuir material de orientação da tendência tecnológica dos novos projetos e certificação do piloto automático. Segundo registro da FAA (1996), a harmonização da atualização dos padrões regulatórios de uso do piloto automático (nos níveis disponibilizados pela aeronave), por ser uma ação na aviação atual muito comprometedora no aspecto de segurança de voo e que determina um alto nível de automação e dependência dos computadores e bordo, deve incluir especialistas em métodos e em conhecimentos em fatores humanos, da indústria e das autoridades responsáveis por elaboração e aplicação de regulamentos.

9.2 A palavra final

As recomendações registradas nesta monografia foram feitas com base nos tipos de acidentes tratados na amostra e nos problemas que o senso comum na aviação considera importantes. Se as atenções com o piloto e com toda a aviação, de modo geral referenciadas neste capítulo e no capítulo dedicado às recomendações, passarem a existir, acredito que o erro humano seria reduzido e o número de acidentes na aviação por culpa no piloto seria também sensivelmente menor.

O uso do sistema Aviation DataBase (página 179) desenvolvido para esta pesquisa ou um outro sistema que igualmente cubra a finalidade de correlacionar um grande número de variáveis que confluem para as causalidades de acidentes envolvendo aeronaves poderá auxiliar a realizar estudos localizados em aeroclubes ou empresas de aviação.

Um grande banco de dados formado com este sistema poderia ser utilizado pelos estudiosos dos condicionantes e prevenção de acidentes aeronáuticos para chegarem a outras conclusões igualmente importantes que resultariam em melhorar a segurança aérea e em salvar vidas.

Espero haver, pessoalmente contribuído com a área da aviação com idéias, estudos e opiniões que auxiliem na segurança de todos os profissionais do meio aeronáutico principalmente que estes conceitos ajudem a meus colegas pilotos onde, de forma geral, capturam de forma direta os erros e acertos de todos os encarregados de projetar, construir, realizar ajustes e manter as aeronaves voando com segurança.

Pretendo dar seqüência a este trabalho investigativo no curso de doutorado na área de Psicologia Cognitiva onde vou aprofundar os estudos do comportamento do piloto quando submetido a problemas de origem cognitiva em sua tarefa de pilotar aeronaves.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS E BIBLIOGRAFIA

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDERSON, ERICK Human Error in Aviation – An overview with Special Attention to Slip and Lapses– School of Aviation, Lund University (08 de janeiro de 2003)

BETING, G- Registro de acidentes–(www.jetsite.com acessado em 30 maio de 2005) (2005)

BOYER, P., G-Loc, Could it happen to you? – AOPA– Aircraft Owners and Pilots Association – (Australia) Magazine. – Vol. 43: No. 8, (Agosto 1990).

BRANCO, D.B.F. À luz dos fatos – AERO Magazine - Editora Nova Cultural - Ano 7 –No. 75 (1999)

CALAZANS, D.C. Relatos de Acidentes- Aspectos jurídicos do caso Mamonas Assassinas, Artigo, Air Safety , (www.airsafetygroup.gov) (2005)

CARDOSI, Kim M. and M. Stephen Huntley. Human Factors for Flight Deck Certification Personnel. DOT/FAA/RD-93/5 Technical Report, July. (1993)

CENIPA- Simpósio sobre CRM – (www.cenipa.gov - acessado em 13 de junho de 2005) (2004)

CENIPA- Resumo dos acidentes aéreos da década de 90- Diretoria de Aeronáutica Civil (2002)

CHAPANIS, A, A Engenharia e o Relacionamento Ser Humano-Máquina, Atlas, S.P., 1972

CHISTOFFERSEN, K. et al - How complex human machine system fail :putting “human error” in contex - CRC Press , p.585-600 (1999)

COSTELA, et al– Artigo- Proposta de método para identificação de tipos de erros humanos- ENEGEP(2005)

DEKKER, S Investigation Human Error. Lkoping, Swedish Centre for Human Factor in Aviation (2002)

DEKKER, S Illusions of explanation: A critical essay on error classification – The International Journal of Aviation Psychology , 13(2) pag 95-106 (2003)

FAA- The Interfaces Between Flightcrews and Modern Flight Deck Systems- Federal Aviation Administration Human Factors Team Report <http://www.faa.gov/> (1996) (acessado em 15 de março 2005)

FAA Human Factors Team Review at BCAG. <http://www.faa.gov/> Abril 6-7, (1995.) (acessado em 15 de março 2005)

FILHO, S. J.L.F et al., Sem limites para Voar- Artigo, Congresso ABERGO, 99, (1999).

FILGUEIRAS,A – Tese de mestrado – (2003)

FITTS, P. M. & JONES, R. E.. Analysis of factors contributing to 460 “pilot error” experiences in operating aircraft controls. *Memorandum Report TSEAA-694-12*, Aero Medical Laboratory, Air Material Command, Wright-Patterson Air Force Base, Dayton, Ohio, USA, July 1, 1947.

GREEN, R. G.; MUIR et al. Human Factors for Pilots. Avebury Technical. Aldershot, England, (1993)

- HABEMAS, J.. Agir Comunicativo versus Agir Estratégico. In: Consciência Moral e Agir Comunicativo. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro. (1989)
- HORN, R. E. Information design: the emergence of a new profession. In JACOBSON, R. (ed.) *Information design*. The MIT Press, Londres, (2000).
- HUTCHINS, E. & KLAUSEN, T. Distributed cognition in an airline cockpit. In: (1998)
- JENKINS R. et al, Simpósio de Gerenciamento de Recursos e Equipes, CRM, Rio (2004)
- MARTINS, ISNARD, O Erro Humano – Estudo para elaboração de tese de Mestrado – Puc, Rio (2002)
- MARTINS, ISNARD Estudos ergonômicos de ambientes instrucionais de educação à distância na internet. Dissertação de Mestrado, PUC-RIO. (2002)
- MARCHAND, TONY Aramiihs-IRIT UPS-CNRS UMR 5505, 118, Rte de Narbonne, 31062 Toulouse Cedex, France marchand@irit.fr (2002)
- MAURO, S - Simpósio de Gerenciamento de Recursos e Equipes, CRM, Rio (2004)
- MEISTER, DAVID- The History of Human Factors and Ergonomics, Londres, Lawrence Erlbaum Publishers (1999)
- MORAES, Anamaria de et al. Ergonomia, usabilidade e qualidade de produtos: conforto e segurança dos usuários; defesa do consumidor.. Rio de Janeiro. Anais P&D Design 96 - 2º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design em Belo Horizonte, AEND - BR, Estudos em Design. Rio de Janeiro P 11 - 21. (1996)
- MORAES, Anamaria de.e FRISONI, B.C.. A Ergonomia e a Modelagem de Produtos e Estações de Trabalho com apoio do Homem Virtual Rio de Janeiro. Anais P&D Design 98 - 3º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design. AEND - BR, Estudos em Design. Rio de Janeiro P 0837 - 0844. (1998)
- MORAES, A.; & MONT'ALVÃO, C. Ergonomia - conceitos e aplicações. 2AB Editora Ltda, Rio de Janeiro. (2002)
- MORALES, L. R. Para una Teoria del Diseño. Universidad Autonoma Metropolitana Azcapotzalco. Ciudad de Mexico. Tilde. (1998)
- NATIONAL AEROSPACE LABORATORY OF THE NETHERLANDS- Flight Deck Automation-artigo (www.naln.nl acessado em 30/03/2005) (1994)
- NASA Technical Memorandum 109171. Janeiro, 1995. Proceedings of the FAA Office of System Safety Workshop on Flight Crew Caused Accident and Incident Human Factors. (June 21-23, 1995).
- NASA (National Aeronautics and Space Administration,) - Human Error Analysis of ASRS Reports: Altitude Deviations in Advanced Technology Aircraft. (Novembro, 1992).
- NAGEL, D. et al. - Human Error in Aviation in E.L. Wiener and D. Nagel (eds) HUMAN Factor in Aviation (Academic Press London) pag- 263-303

NLR Air Transport Division Training, Human Factors & Cockpit Operations Dept. NLR Amsterdam
E-mail info@nlr.nl Web site <http://www.nlr.nl> (acessado em 30/03/2005)

NORMAN, DONALD, Things that make us smart, Cambridge, 290 p. (1991)

NTSB- National Transportation Safety Board. Stall and Loss of Control on Final Approach, Atlantic Coast Airlines, Inc./United Express Flight 6291, Jetstream 4101, N304UE, Columbus, Ohio, Janeiro 7, 1994. Accident Report, (Outubro 6, 1994).

NTSB- National Transportation Safety Board. A Review of Flightcrew-Involved, Major Accidents of U.S. Air Carriers, 1978 Through 1990. Safety Study, (Janeiro, 2001).

O'HARE, D, Wiggins, M., Batt, R. e Morrison, D. (1994) *Ergonomics* , vol 37, No. 11 pag 1855 – 1884)

O'HARE, D. & WIEGMANN, D – Causal Factors of Accidents and Incidents Atributed to Human Error – pag.5 a 21- FAA- Human Factors Aviation Research Program. (www.hf.faa.gov/krebs acessado em 12-03-2006) (2004)

PADOVANI, STEPHANIA –mestrado em design | ufpe - notas de aula princípios para o projeto de sistemas informacionais (2005)

PATERSON ALEX Aspects of aircraft design that enhance safety
(http://www.vision.net.au/~apaterson/aviation/aircraft_design.htm (acessado em 20 março de 2005) (2000)

RASMUSSEN, J. Human errors: a taxonomy for describing human malfunction in industrial installations. *Journal of Occupational Accidents*, v. 4, p. 311-333, (1982.)

RASMUSSEN, J. Risk management in a dynamic society: a modeling problem. *Safety Science*, v.27, n.2/3, p. 183-213, (1997).

REASON, J. - Human Error, Cambridge, Cambridge University Press (1990)

RIBEIRO, S. L. O. Carga de Trabalho e Automação: Estudo da Cabine de Vôo do Ponto de Vista da Ergonomia Cognitiva. (Tese de Doutorado). Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ,. (2003)

ROGERS, I. A brief introduction to distributed cognition. <http://www.cogs.susx.ac.uk/> I, (acessado em 15 de novembro de 1999). (1997).

REBELLO, L.H.B. O Controle de Tráfego Aéreo numa perspectiva contemporânea em Engenharia de Produção. Tese de Doutorado, Engenharia de Produção. Rio de Janeiro: COPPE, UFRJ, (1997).

SANTOS, M.P. et al. A evolução ergonômica nos cockpits de aviões comerciais – Artigo, Congresso ABERGO, Gramado (2001)

SANTOS, PATRÍCIA et al – Análise ergonômica do trabalho dos pilotos de linha aérea- Artigo Congresso ABERGO – Gramado - A0938 (2001)

SANTOS MATEUS et al. A evolução ergonômica nos cockpits dos aviões comerciais – Artigo. Congresso ABERGO – Gramado 99 (2001).

SARTER, Nadine B. and David D. Woods. "Pilot Interaction with Cockpit Automation II: An Experimental Study of Pilots' Model and Awareness of the Flight Management System (FMS)." The International Journal of Aviation Psychology, 4(1), p 1-28. (1994).

SHAPPELL, S. & WIEGMANN, D – FY02- Causal Factors of Accidents and Incidents Atributed to Human Error – pag.5 a 21- FAA- Human Factors Aviation Research Program. (www.hf.faa.gov/krebs acessado em 12-03-2006) (2001)

SILVA FILHO, J.L.F et al., Sem limites para Voar- Artigo, Congresso ABERGO, 99, (1999).

SIMÕES, EDUARDO Aviação em revista (pág 32), Editora Gazeta Mercantil, São Paulo (1988).

SOUZA, R.J. Ergonomia no projeto do trabalho em organizações: o enfoque macro-ergonômico Dissertação de Mestrado em Ergonomia, Engenharia de Produção. Florianópolis: UFSC. (1994).

SOUZA, R.J., Artigo- SIPAER Gráfica Editorial, São Paulo (maio de 1995)

SOUZA, F.P., BALLALAI, G. O Sono, destacando o sonho o ritmo biológico e a insônia. Revista de Psicofisiologia, Vol. 3: Nos. 1-2 . (1999).

SUMWALT, R. L. III, THOMAS, R. J., & DISMUKES, R. K. (2002). Enhancing flight-crew monitoring skills can increase flight safety. Paper presented at the 55th International Air Safety Seminar, Flight Safety Foundation, Dublin, Ireland. Retrieved Janeiro 15, 2003, from <http://human-factors.arc.nasa.gov/flightcognition/pubs.html>

SUMWALT, R Revista "Professional Pilot" - Dez 1987 Compilação Eng. Valdir (RIO-SUL) / Tradução Cmte Germano (RIO-SUL) - Painel 1990 Adaptação : Instrutor Eng. Jefferson Vieitas Fragoso (1987).

SUMWALT, R - FATORES HUMANOS- (www.airsafetygroup.com.br - acessado em 15/01/2006) (2006).

THURSTON, DAVID B., Design for Safety , São Paulo (1988).

VIDAL, M.C.- Introdução à Ergonomia, apostila, GENTE - Grupo de Ergonomia e Novas Tecnologias CESERG - Curso de Especialização Superior em Ergonomia. (2005).

VILELA, S – Fatores Humanos.- publicação da Airsafety group – (www.airsafetygroup.com.br - acessado em 15-01-2006) (2006)

BIBLIOGRAFIA

ABBOT, Kathy. Aviation Safety/Automation. Janeiro 10, (1995).

ABBOT, Terence S. Designing for the User: Task-Oriented Display Design. Undated (presented Janeiro 10, 1995).

ABBOT, T. and W. Rogers. Cockpit Integration Technology. Setembro 10, (1990).

AIR SAFETY GROUP– Fatores Humanos <http://www.airsafetygroup.com.br/> acessado em (15/01/2006)

Airbus Industrie. A300-600 Accident at Nagoya on Abril 26, 1994. (Agosto , 1994)

Airbus Industrie. A310-300 Incident at Paris - Orly on SETEMBRO 24, 1994. (Agosto , 1994).

Airbus Industrie. Narrow Body Family. Man-Machine Interface Improvements Done Upon Airline Request. (1995).

Airbus Industrie. Interflug Nose Up During Go Around Procedure. Incident Report, (Abril 15, 1991).

Airbus Industrie. A310 Incident in Orly. Telex, (Novembro 24, 1994).

Airbus Industrie. A310 incident at Orly. Accident brief, (Outubro 14, 1994).

Aviation Safety Reporting System. A-320 Type Reports. (Fevereiro 26, 1992).

Aviation Safety Reporting System. Airbus Reports. (Novembro 30, 1994).

ABBOTT, KATHY et al - Human Factor Team, NASA - Federal Aviation Administration Human Factors Team Report on: The Interfaces Between Flightcrews And Modern Flight Deck Systems (June 18, 1996)

ACM SIGCHI. Association for Computing Machinery, p. 16.(1992)

AIRSAFETY- FATORES HUMANOS- Artigo - <http://www.airsafetygroup.com.br/> (15/01/2006)

ALMEIDA,F, , Qualidade de voo parte 1, Revista Skydive No. 14- ANO 2, São Paulo pg 36-41 (1995)

ALMEIDA,F, , Qualidade de voo parte 2, Revista Skydive No. 15- ANO 3, São Paulo pg 52-57 (1996)

ASERINSKY, E., KLEITMAN, N., Regularly occurring periods of eye motility, and concomitant Phenomena during sleep. Science, pg. 118:273-274. (1953)

ASTRAND, P.O., & RODAHL, K., Textbook of Work Physiology,3rd ed., New York, McGraw-Hill. (1986)

BAECKER, R. M. & BUXTON, W. A. S. Readings in Human-Computer Interaction. Los Altos (CA): Morgan Kaufmann Publishers. (1987)

- BALLONE, G.J. Transtorno do Sono em Idosos – Insônia, Hipersônia e Apnéia – <http://www.psiqweb.med.br/geriat/> (2000)
- BARBOSA, C.M.G. Aeronautas –Condições de trabalho e saúde. São Paulo: DIESAT. (1995)
- BAXTER, M. Projeto de Produto. Guia prático para desenvolvimento de novos produtos. São Paulo. Edgard Blücher. p 2. (1998)
- BENEDEK, G.B. & VILLARS, F.M.H. - Physics with Illustrate Examples from Medicine and Biology. USA, Addison-Wesley - Vol. 1, cap 3,1994.
- BIGAL, S. M.. O design e o desenho industrial. São Paulo: Annablume, 93p. (2001)
- Billings, Charles E. Human-Centered Automation: A Concept and Guidelines. NASA Technical Memorandum 103885, (Agosto, 1991).
- Bureau of Air Safety Investigation (Australia Department of Transport). Research Proposal-- Advance Technology Aircraft -- Phase Two. sem data.
- Boeing Commercial Airplane Group. Accident Prevention Strategies, Removing Links in the Accident Chain, Commercial Jet Aircraft Accidents, World Wide Operations, 1982- 1991.(Outubro, 1993).
- Boeing Commercial Airplane Group. Statistical Summary of Commercial Jet Aircraft Accidents, World Wide Operations, 1959-1995. (Abril, 1996).
- BOTTURA, HEITOR Brazilian AeroSpace YearBook, São Paulo, Aviação em Revista Editora, São Paulo (2003)
- BROUHA, L., La physiologie de l'homme au travail, Paris, Corpo, (1959).
- BÜRDEK, B.E. Diseño - História, teoría y práctica del diseño industrial. Editorial Gustavo Gili. Barcelona. (1994)
- Bureau of Air Safety Investigation (Australia Department of Transport). Advanced Technology Aircraft Project Phase 1 -- An Information Paper of the Emerging Safety Issues. SAB/IP/94/01, RP/91/04, (Abril, 1994).
- BRANSFORD J.D. The active nature of learning in Human cognition. Wadsworth Publishing Company, Belmont (1979)
- CENIPA - Anuário do Transporte Aéreo–Vol.I–Dados Estatísticos–Ministério das Aeronáutica–DAC- (2004)
- CIPOLLA, Neto J. et al. Introdução à Cronobiologia. Icone, São Paulo (1988).
- CHANLAT, J.F. Modos de gestão, saúde e segurança no trabalho. In: DAVEL, E.P.B., (1993)
- CHANLAT, J.F. O indivíduo na organização, São Paulo: Atlas, p.151-72. (1993),
- CHOU, C. -D., Madhavan, D., & Funk, K.. Studies of cockpit task management errors. International Journal of Aviation Psychology, 6(4),307-320. (1996)

CODO, W., SAMPAIO, J.J. Sofrimento psíquico nas organizações: saúde mental e trabalho. Petrópolis: Vozes. (1995)

COPPERIZZO, A. & MARTI, P. Distributed cognition and artifacts. University of Siena. <http://www.sv.cict.fr/cotcos/pjs/> (Acessado em 31/10/2003).

CORREA, D, O Último Bimotor DC-3 , Aero-Magazine Ano 3, No. 25 p 18-23, 06/1996

DECORTIS, F; NOIRFALISE, S; SAUDELLI, B. (2002) Distributed cognition as framework for cooperative work.. <http://www.sv.cict.fr/cotcos/pjs/> (acessado em 06/09/2002).

DEJOURS, C.. Uma nova visão do sofrimento humano nas organizações. In: São Paulo: Cortex. (1998)

DEJOURS, C. A Loucura do Trabalho – Estudo de Psicopatologia do Trabalho. Tradução de Ana Isabel Paraguay e Lúcia Leal Ferreira. - 5a. ed. Ampliada – São Paulo: Cortez – Oboré. (1998)

DIÁRIO OFICIAL Lei nº 7.183, Regulamentação da Profissão de Aeronauta, pp. 4969 - 4975. (05 de abril de 1984,).

DILLON, A. L542 Introduction to Human-Computer Interaction (HCI). (<http://memex.lib.indiana.edu/hcilab/l542syll.html> Acessado em: 11/2002) (1997)

Direction Générale de l'Aviation Civile (French DGAC). A320 - Dragonair Flap Event in Hong Kong. Preliminary findings, (Julho 22, 1994).

Direction Générale de l'Aviation Civile (French DGAC). Conclusions Drawn from the Report by the Commission of Investigation of the Air Inter Airbus A320 accident on 20th January 1992 close to Mont Sainte-Odile. (Dezembro 16, 1993).

DISMUKES, R.K., YOUNG, G., & SUMWALT, R.. Cockpit interruptions and distractions: Effective management requires a careful balancing act. ASRS Directline, 10, 2. Retrieved Janeiro 15, 2003, from <http://human-factors.arc.nasa.gov/flightcognition/pubs.html> (1998)

Douglas Aircraft Company. MD-11 Pitch Upsets in Severe Turbulence. All Operators Letter, July 1, (1994).

Douglas Aircraft Company. MD-11 Inadvertent Autopilot Disconnect. All Operators Letter, July 5, (1994).

Douglas Aircraft Company. Commercial Jet Transport Safety Statistics, (1993).

DUARTE, F. Análise Ergonômica do Trabalho. Notas de Aula. Rio de Janeiro, UFRJ / COPPE. (1998)

DUARTE, F e BOULIER, F. La Réception un Miroir de Lúsine. Etude de L'activité des Opérateurs de La Réception à L'Usine Christofle de Saint-Denis.. Conservatoire National des Arts et Métiers Laboratoire d'Ergonomie et Neurophysiologie du Travail. (1987)

EDWARDS, E. Aviation ergonomics: whence and whither? Ergonomics : Vol. 38: No. 3: 565 – 569. (1995)

ELLIS, J. Distributed cognition: an alternative framework for analyzing and explaining collaborative working. *Journal of Information Technology*, 1994, vol 9 (2), 119-128.

<http://www.cogs.susx.ac.uk/users/yvonner/dcog94.html> acessado em 15 de novembro de 1999).

ENGESTRÖM, y. & MIDDLETON, D. (Eds.) *Cognition and communication at work*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.(1997)

FAA- Aviation Safety Plan. Published by the U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration, <http://www.faa.gov/> (Fevereiro, 1996). (acessado em 15 de março 2005)

FAA- FAR 25 - Electrical Systems and Equipment: <http://www.faa.gov/avr/AFS/FARS/far-25.txt> (acessado em 15 de março 2005) (acessado em 15 de março 2005)

FAA Human Factors Team Visit to Fokker Aircraft Company. Review of the Fokker Jetline Flight Deck Automation. May 8 and 9, <http://www.faa.gov/> (1995). (acessado em 15 de março 2005)

FAA Gains Access to Flight Data Recorder Information for Safety Purposes.” *Aviation Daily*. <http://www.faa.gov/> (Fevereiro 10, 1995). (acessado em 15 de março 2005)

FAA- Aviation Safety Plan. Published by the U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration, (Fevereiro 1996). <http://www.faa.gov/>(acessado em 15 de março 2005)

FAA Gains Access to Flight Data Recorder Information for Safety Purposes.” *Aviation Daily*. (Fevereiro 10, 2002). <http://www.faa.gov/> (acessado em 15 de março 2005)

FERRAZ, KUPFER & HAGUENAUER. *Made in Brazil. Desafios Competitivos para a Indústria*. Rio de Janeiro Campos.. P 31 - 32.(1996)

FERREIRA, L.L. *Voando com os pilotos: condições de trabalho dos pilotos de uma empresa de aviação comercial*. São Paulo: FUNDACENTRO / APVAR. (1992)

FERRAZ, KUPFER & HAGUENAUER. *Made in Brazil. Desafios Competitivos para a Indústria*. Rio de Janeiro Campos. P 31 - 32. (1996)

FINNESTON, M. in *Administração da Produção*. SLACK, N et al. São Paulo. Atlas. P 119. (1996)

FLIGHT DECK AUTOMATION ISSUES- National Aerospace Laboratory of the Netherlands, NLR TP 94005 U, (Janeiro 14, 1994).

FRANCO, E.M. *A Ergonomia na Construção Civil: Uma Análise do Posto do Mestre-de-Obras*. Dissertação de Mestrado em Ergonomia, Engenharia de Produção, Florianópolis: UFSC. (1995)

FOLKERTS, H.H. , and P.G.A.M. *Jornal, Pilot Performance in Automated Cockpits: A Comparison of Moving and Non-Moving Thrust Levers*. National Aerospace Laboratory of the Netherlands, NLR TP 94005 U, (Janeiro 14, 1994).

FUNK, K.. *Cockpit task management: preliminary definitions, normative theory, error taxonomy, and design recommendations*.*International Journal of Aviation Psychology*, 1(4), 271-285. (1991)

GALLEY, Magdalen. *50 years of Ergonomics : Where have we been and where are we going?* Artigo- Congresso Abergó, 2002, Recife. (2002)

- GONTIJO, L.A. Curso de engenharia ergonômica do trabalho. Notas de Aula. Florianópolis: UFSC. (1997)
- GRAS, A. Et all Faced with Automation. The pilot, the controller, the engineer. Paris, France: Publications de la Sorbonne. (1994)
- GUATIMUSSIN, P.C.P. e BASTOS, R.C.A. O Sono, estacando o sonho o ritmo biológico e a insônia. Revista de Psicofisiologia, Vol. 3: Nos. 1-2. (1999)
- GUYTON, A.C. Fisiologia Humana. 6a. ed. revis. São Paulo: Guanabara Koogan, (1992)
- GUIMARÃES, LIA, Introdução à Ergonomia, Apostila, UFPE(2002)
- GUIMARÃES LIA, Ergonomia Cognitiva, FEEng, Porto Alegre (2001)
- GUZMAN, G.A.C. O Sistema de Produção. (Mimeo). Dep/UFMG. (1998)
- HAINES, T.B. Gas collections within the body. -AOPA – Aircraft Owners and Pilots Association – (Australia) Magazine, Vol. 43 No. 4, Abril . (1990)
- HLASTALA, M.P. Pulmonary blood flow redistribution by increased gravitational force. - ol. 84, No. 4, 1278-1288, (Abril 1998).
- HOFSTEDE, G. Culture's Consequences: International Differences in Work-Related Values. Beverly Hills, California. Sage. (1980)
- ICARUS Committee, The Dollars and Sense of Risk Management and Airline Safety. Flight Safety Foundation. Flight Safety Digest. (Dezembro 1994).
- ILDA, I Ergonomia, Projeto e Produção. Edgard Blucher, São Paulo. (1990)
- IIDA, I. Evolução das metodologias de projeto. Anais P&D Design 98 -3º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, Puc-Rio. AEND - BR, Estudos em Design. Rio de Janeiro. 1998 p 382 - 388. (1998)
- JAMES, F., et al., Responses of normal children and young adults to controlled bicycle exercise, Circulation, 61: 902, (1980.)
- JOHNSTON, N.; FULLER et al. Aviation psychology: training and selection. In: 21th. European Association for Aviation Psychology Conference. Avebury Aviation. (1994)
- KEN Funk et al. Flight Deck Automation Issues. <http://flightdeck.ie.orst.edu/FDAI/html> (acessado em 19.09.1999) (1999)
- KARVONEN, M., KENTALA, K., & MUSTALA, O., The effects of training heart rate: a longitudinal study, Annales medicinae experimentalis et biologiae fennicae, 35, 307-315, (1957).
- KENTH, K. 'Dark night takeoffs and the false climbillusion' – CAA - Aviation Bulletin, No.11, December 92 .MELHADO, (1992)
- LAST, Steve, Martin Alder. British Airways Airbus A320 Pilots' Autothrust Survey. SAE Technical Paper Series, 912225, (1991).

- LANSDALE, M. W.; & ORMEROD, T. C. *Understanding interfaces*. Academic Press, Londres, (1994).
- LAPPONI, J.C., Estatística usando o excel 5 e 7, p.247, S. Paulo, Lapponi Ed.,(1997).
- LEHMAN G., Fisiologia practica del trabajo, Madrid, Aguillar, (1960).
- LONDEREE, B.R., & MOESCHBERGER, M.L., Effect of age and other factors on maximal heart rate, Res. Q. Exerc.Sport, 53: 297, (1982).
- LIMA, F. et al Análise do trabalho como fator de aumento da eficácia da informatização. Anais do V Seminário de Engenharia Industrial. 1995. Timóteo MG. (1995)
- LIMA, F.P.A. Introdução à Análise Ergonômica do Trabalho (notas de aula). Belo Horizonte: UFMG(1996)
- LÖBACH, B. Diseño Industrial Bases para configuración de los productos industriales. Editorial Gustavo Gili. Barcelona. (1981).
- LOUKOPOULOS, L. D., DISMUKES, R. K., & BARSHI, I.. Opportunities for and vulnerabilities to error in everyday flight operations. Paper presented at the Air Transport Association/Crew Resource Management Conference, Bloomington, MN. Retrieved Janeiro 15, 2003, from <http://humanfactors.arc.nasa.gov/flightcognition/pubs.htm> (2002)
- LOUKOPOULOS, L. D., DISMUKES, R. K., & BARSHI, I.. Cockpit interruptions and distractions: A line observation study. In R. Jensen (Ed.), Proceedings of the 11th International Symposium on Aviation Psychology. Columbus, OH: Ohio State University. Columbus: Ohio State University Press. Retrieved Janeiro 15, 2003, from <http://humanfactors.arc.nasa.gov/flightcognition/pubs.html> (2001)
- LOUKOPOULOS, L. D., DISMUKES, R. K., & BARSHI, I.. Artigo- 12th International Symposium on Aviation Psychology, Dayton, OH, 14-17 Abril, 03 (2003)
- MATHEUS, P.S. e SANTOS, N. , A Evolução ergonômica nos cockpits de aviões Comerciais , ABERGO, , Gramado, RS (2001).
- MAURINO, D.; REASON, J.; JOHNSTON, N. e LEE, R.B. Beyond aviation human factors: safety in high technology systems. Hants: Avebury Aviation. (1995)
- MCARDLE 2, W.D., KATCH, F.I., & KATCH, L.V., Exercise Physiology – energy, nutrition and human performance, p.436, Philadelphia, Lea & Febiger, (1991).
- MERRIT, A.C. and R.L. Helmreich. “Human Factors on the Flight Deck: The Influence of National Culture.” Journal of Cross Cultural Psychology. (1996.)
- MERRIT, A.C. and R.L. Helmreich. “Attitudes Toward Automation: The Effect of National Culture.” Proceedings of the Eighth International Symposium on Aviation Psychology. In press. (1996.)
- MELHADO, V.E.R. Comportamento da pressão arterial, do ritmo cardíaco e do sistema nervoso simpático de pilotos da aviação comercial, durante m vôo regular .UNIFESP, São Paulo. (1999)
- MONOD, H, Depense énergétique chez l’homme, in: Scherrer, J., Précis de Physiologie du Travail – notions d’Ergonomie, p.316, Paris, Masson, (1992).

MONOD, H, Aptitude physique et charge de travail, in: Scherrer, J., Précis de Physiologie du Travail – notions d'Ergonomie, p.201, Paris, Masson, . (1992).

MOREIRA, SÉRGIO BASTOS - Aspectos antropométricos e de composição corporal dos radaristas do Controle de Tráfego Aéreo do Rio de Janeiro (APP/RJ) em 1999- Artigo – ABERGO- (2000)

MORALES, L. R. Para una Teoria del Diseño. Universidad Autonoma Metropolitana Azcapotzalco. Ciudad de Mexico. Tilde. (1998)

NEWMAN PETER Computer Related Risks, New York (1995)

NLR Amsterdam Anthony Fokkerweg 2, 1059 CM Amsterdam P.O. Box 90502, 1006 BM Amsterdam The Netherlands info@nlr.nl Web site <http://www.nlr.nl> (acessado em 30/03/2005)

NORMAN, DONALD, The Psychology Everyday Things, USA, 252 p. (1988)

NORMAN, DONALD . Humans and computers as complimentary systems. In The invisible computer. London: The MIT Press, 1999. p. 159-161.

NOWINSKI, J. L., HOLBROOK, J. B., & DISMUKES, R. K. (this volume). Human memory and cockpit operations: an ASRS study. (1995)

OLIVEIRA, Romeu D. (s.d.) A ERGONOMIA NO PROJETO DE DESIGN INDUSTRIAL: UM FATOR DE USABILIDADE. I Encontro África - Brasil de Ergonomia V Congresso Latino - Americano de Ergonomia IX Congresso Brasileiro de Ergonomia III Seminário de Ergonomia da Bahia (1999)

PAVARD, B. & DUGDALE, J. The contribution of complexity theory to the study of socio-technical cooperative systems, 2000. <http://www.sv.cict.fr/cotcos/pjs/> (Acessado em 9/11/2003). (2003).

PAVARD, BERNARD Aramihis-IRIT UPS-CNRS UMR 5505, 118, Rte de Narbonne, 31062 Toulouse Cedex, France parvard@cict.fr (1996)

PEREIRA, N.S. Aviação: instinto e paixão. Rio de Janeiro: Litteris. (1998)

RASMUSSEN, J & LIND, M. Coping with complexity. Technical Report Ris⁻-M-2292. Roskilde, Denmark: Ris⁻ National Laboratory (1981)

ROCHA, G.C., FREITAS, R.D. & ALVES, C.G. Sistemas de controle aeronáutico. ITA: São Paulo, <http://www.aer.ita.cta.br/cursos/proj98/CONTROLE/control.htm> (1998)

RABY, M., & WICKENS, C. D.. Strategic workload management and decision bases in aviation. International Journal of Aviation Psychology, 4(3), 211-240. (1994)

RIBEIRO, SELMA et al. Cabine de voo do ponto de vista da cognição distribuída- Artigo, XIII Congresso Brasileiro de Ergonomia (2002)

RODRIGUES, E.C.D., , Autobrifim Descrição detalhada de procedimentos para o AeroBoero AB-115, Volume 1,EAPAC- Escola de aperfeiçoamento e preparação de aeronáutica civil 45 p. (1996)

ROGERS, W. H.. Flight deck task management: A cognitive engineering analysis. In Proceedings of the 40th annual meeting of the Human Factors and Ergonomics Society (pp. 239-243). Santa Monica, CA: Human Factors and Ergonomics Society. (1996)

ROMEIRO Fº, E.. As novas tecnologias na formação do Designer - alguns pontos de vista. Rio de Janeiro. Anais P&D Design 96 - 2º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design em Belo Horizonte, AEND - BR, Estudos em Design. Rio de Janeiro P 63 - 72. (1996)

SANDERS, M.S. & MCCORMICK E.J. Human factors in engineering and design. New York, McGraw-Hill. (1982)

SANTOS, NÉRI et Al. Manual de Análise Ergonômica no Trabalho, Gênesis, Curitiba (1997)

SARTER, Nadine B. and David D. Woods. "Pilot Interaction With Cockpit Automation: Operational Experiences With the Flight Management System." The International Journal of Aviation Psychology, 2(4), p 303-321. (1992).

SARTER, Nadine B. and David D. Woods. "Strong, Silent, And 'Out-of-the-Loop'": Properties of Advanced (Cockpit) Automation and Their Impact On Human-Automation Interaction. Ohio State University Cognitive Systems Engineering Laboratory Report 95- TR-01, Fevereiro (1995).

SARTER, Nadine B. and David D. Woods. 'How in the world did we ever get into that mode' Mode Error and Awareness in Supervisory Control. Human Factors, 37(1), 5-19, (1995).

SCHUMACHER, A. A.. Comunicação e democracia: fundamentos pragmático-formais e implicações jurídico-políticas da teoria da ação comunicativa. Campinas. Tese para obtenção do título de Doutor. Unicamp, (2000).

SCHUTTE, P. C., & TRUJILLO, A. C.. Flight crew task management in non-normal situations. In Proceedings of the 40th annual meeting of the Human Factors and Ergonomics Society (pp. 239-243). Santa Monica, CA: Human Factors and Ergonomics Society. (1996).

SHAPPELL, S. & WIEGMANN, D – FY03 human Error and General Accidents – pag.4 a 9- FAA- Human Factors Aviation Research Program. (www.hf.faa.gov/krebs acessado em 5-02-2006) (2002)

SHNEIDERMAN BEN. Designing the User Interface. 3rd Edition, Editora Addison-Wesley, Massachusetts-USA. (1998)

SHORROCK, S.T., Kirwan, B., Scaife, R., Fearnside, P., (2000). Reduced vertical separation outside controlled airspace. Third Annual Conference on Aviation Safety Management, May (2000).

SIMON H., The sciences of the artificial, 3rd ed., The MIT Press, Massachusetts. (1996).

SLACK, N. et al.. Administração da Produção. São Paulo. Atlas. P 118 – 142 (1996).

SOARES, MARCELO- Princípios da Ergonomia- Notas de aula – Curso de Especialização – UFPE (2003).

SONINO, G. Depois da turbulência a aviação brasileira aprende com suas crises. São Paulo: APVAR. (1995).

STERNBERG, R. J. Psicologia cognitiva. Porto Alegre: Artmed Ed.. (2000).

SWAIN, D.P. et al., Relationship between RFC and RVO2 in treadmill exercise, Med. Sci. In Sports & Exercise, 2: 318-321, Indianapolis, ACSM, (1998).

TENNEY, Yvette J., William H. Rogers, and Richard W. Pew. Pilot Opinions on High Level Flight Deck Automation Issues: Toward the Development of a Design Philosophy. Undated (presented Janeiro 11, (1995).

VASCONCELLOS, J. G. M. (Org) "Recursos Humanos e Subjetividade. 3ª ed. Petrópolis: Vozes, p. 118-28, (1997.).

WAGNER, R. Novas Diretrizes para o Design industrial. Anais P&D Design 98 -3º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, Puc-Rio. AEND - BR, Estudos em Design. Rio de Janeiro. p 367 - 372. (1998).

ZACCAI, G. Cultura, consciência e crescimento. (mimeo) (1996).

ZACCAI, G. O design como uma ferramenta estratégica de desenvolvimento econômico - Fórum ICSID Design para o Mercosul. Anais. Fiesc/Senai/LBDI. Florianópolis. P. 49 –65 (1995).

ANEXOS

Anexo 1- Ficha de registro de accidente

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO – DEPARTAMENTO DE DESIGN



Registro de análise de relato de acidente / incidente com
aeronaves

PESQUISA PARA ELABORAÇÃO DA MONOGRAFIA DO
MESTRADO EM DESIGN

Edgard Thomas Martins
Orientador-= Prof. Marcelo Soares

FONTE

ORIGEM

REFERÊNCIA

COMPLEMENTO

RESUMO

DATA

	/		/	2006

Anexo 2- glossário

Glossário

AC	Advisory circular
A/P	Autopilot
A/T	Autothrottle
ACO	Aircraft certification office
AD	Airworthiness directive
ADI-	Attitude Director Indicator - Diretor de atitude
AEG	Aircraft Evaluation Group
AFDS	Autopilot Flight Director System
AFIS	Analogue Flight Instrument System
AGL	Above Ground Level
AI-	Attitude Indicator (Artificial Horizon)- Horizonte artificial
ALPA	Airline Pilots Association
ALT-	Altimeter- Altímetro
AoA-	Angle of attack gauge- Indicador de ângulo de ataque
APA	Allied Pilots Association
APP	Autoflight System Approach Mode
AQD	Aviation Quality Database
AQP	Advanced Qualification Program
ARAC	Aviation Rulemaking Advisory Committee
ARINC	Aeronautical Radio Incorporated
ASA	Autoland Status Annunciator
ASAP	Aviation Safety/Accident Prevention
ASI-	Airspeed Indicator- Velocímetro
ASRS	Aviation Safety Reporting System
ATA	Air Transport Association of America
ATC	Air Traffic Control
ATC	Air Traffic Control
ATIS	Automatic Terminal Information Service
ATS	Air Traffic Services
AWO	All weather operations
CAANZ	Civil Aviation Authority of New Zealand
CAPT	Captain
CAT	Category

CDU	Control Display Unit
CFIT	Controlled Flight Into Terrain
CMO	Certificate Management Office
CNS	Communication, Navigation, and Surveillance
CP-	Critical Point - Indicador de ponto crítico
CRM	Crew Resource Management
CSB	Carrier plus Side Bands
CTM-	Concurrent task management –Tarefas concorrentes
CVR	Cockpit Voice Recorder
DDM	Difference in Depth of Modulation
DME	Distance Measuring Equipment
EADI	Electronic Attitude Indicator
EFI	Electronic Flight Instrument
EFI-	Glass cockpit – Cockpit de vidro
EFIS	Electronic Flight Instrument System
EGPWS	Enhanced Ground Proximity Warning System
EHSI	Electronic Horizontal Situation Indicator
ETA	Estimated Time of Arrival
ETD	Estimated Time of Departure
F/O	First Officer
FA	Faleolo VOR
FAA	Federal Aviation Administration
FAF	Final Approach Fix
FAP	Final Approach Point
FAR	Federal Aviation Regulations
FCC	Flight Control Computer
FCOM	Flightcrew operating manual
FCTM	Flight Crew Training Manual
FCU	Flight control unit
FD	Flight Director
FDR	Flight Data Recorder
FMC	Flight Management Computer
FMCS	Flight Management Computer System
FMS	Flight management system
FOEB	Flight Operations Evaluation Board

FOQA	Flight Operations Quality Assurance
FSB	Flight Standardization Board
FSDO	Flight Standards District Office
G/S	Glideslope (Normally used when reference is made to the aircraft instrumentation, receiver, or crew procedures)
GFCI-	Ground-Fault Circuit Interrupter – Interruptor de falta de aterramento
GP	Glide path (Normally used when reference is made to the ground transmitter)
GPS	Global Positioning System
GPW	Ground Proximity Warning System
GPWS	Ground Proximity Warning System
HF	Human Factors
Hz	Hertz
ILS	Instrument Landing System
ILS DME	ILS DME only
ILS/DME	ILS plus ILS DME
INU-	Inertial navigation unit – Unidade de navegação inercial
IRS	Inertial Reference System
ISA	International Standard Atmosphere
ISD	Inflight Service Director
KIAS	Knots Indicated Airspeed
LNAV FMC	Lateral Navigation mode
LOC	Localizer
LOSA	Line Orientated Safety Audit
MAC	Mean Aerodynamic Chord
MCP	Mode Control Panel
METAR	Aviation Routine Weather Report
MLS	Microwave Landing System
MTBF	Mean Time Between Failures
MTBO	Mean Time Between Outages
NOTAM	Notice to Airmen
OM	Outer Marker
PA	Pressure Altitude
PDC-	Performance Data Computers – Computador de performance
PF	Pilot Flying
PIC	Pilot in Command

PNF	Pilot Not Flying
QRH	Quick Reference Handbook
RA	Radio Altitude
RDMI	Radio Distance Magnetic Indicator
RMI-	Remote magneto indicator – indicador do magneto
RNAV	Area Navigation
ROC	Rate of Climb
ROD	Rate of Descent
S/O	Second Officer
SA	Situational Awareness
SAI	Standby Attitude Indicator
SBO	Side Band Only
SOP	Standard Operating Procedure
SP	Supplementary Pilot (extra type-rated crew member rostered for duty)
STAR	Standard Arrival
STD	Scheduled Time of Departure
TAWS	Terrain Awareness Warning System
TOC	Top of Climb
TOD	Top of Descent
V/S MCP	Vertical Speed mode
VNAV FMC	Vertical Navigation mode
VOR DME	VOR DME only
VOR VHF	Omni-Range
VOR/DME	VOR plus VOR DME
VSI-	Vertical speed indicator - variômetro

Anexo 3- Codificação dos componentes do algoritmo taxonômico utilizado na pesquisa

Fase do Voo	COD	Taxi	Decolagem	Subida	Cruzeiro	Descida	Aproximação	Pouso
Componente								
Ação errada da tripulação (Grupo baseado no algoritmo de O'Hare)	A	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
Grupo A								
Nenhuma ação errada	A0							
Comandos errados	A1							
Decisão e julgamento (toque –arremetido)	A2							
Falha de checagem/monitoração	A3							
Falha de recuperação em perda	A4							
Mal julgamento de condições metereológicas	A5							
Mal julgamento de altitude, atitude da aeronave e visibilidade	A6							
Erro de informação	A7							
Erro de diagnóstico	A8							
Erro de meta	A9							
Erro de estratégia	A10							
Erro de procedimento	A11							
Erro de ação	A12							
Outros erros da tripulação	A13							
Problemas que impossibilitam os pilotos de agirem apropriadamente	A14							
Origens aeromédicas e psicossociais	A15							
Eventuais indícios de causas ergonômicas	B							
Grupo B								
Problema estrutural (desconhecimento de características/ escolha /teste errado de materiais /componentes)	B1							
Erro de projeto	B2							
Escolha errada de aeronave	B3							
Pessoal de apoio de terra /disposição errada da carga/ excesso carga	B4							

Estresse	B5							
Torre de controle (Procedimento com ATC – <i>Air Traffic Control</i>)	B6							
Fadiga e problemas fisiológicos/ Distúrbios fisiológicos	B7							
Problemas psicológicos e emocionais	B8							
Erro de liderança	B9							
Problemas de capacitação	B10							
Treinamento inapropriado / Treinamento deficiente	B11							
Erro mecânico / Erro de manutenção / Erro ou falha de instrumentos / falha dispositivos	B12							
Erro de leiaute	B13							
Sobrecarga emocional e / ou cognitiva	B14							
Distribuição errada da tarefa	B15							
Instrumentos mal instalados ou em posição deficiente	B16							
Erro de linguagem	B17							
Erro comunicacional	B18							
Erro de informação	B19							
Erro coletivo	B20							
Outros problemas ergonômicos / cognitivos	B21							
Indícios reveladores de uma cadeia de erros (Segundo a FAA)	I							
Grupo I								
Ambigüidade	I1							
Fixação ou Preocupação	I2							
Insegurança ou Confusão	I3							
Violando os Mínimos	I4							
Procedimentos Irregulares / mal elaborados	I5							
Ninguém voando o avião	I6							
Ninguém olhando para fora	I7							
Incapacidade de atingir objetivos	I8							

Discrepâncias não resolvidas	I9							
Abandono de procedimentos padronizados de operação	I10							
Problemas com soluções operacionalmente não previstas	I11							
Problemas com insuficiência de informações para ações no cockpit	I12							
Causalidades de acidentes nos indicadores da CENIPA) (Baseado	C							
Grupo C								
Controle de tráfego aéreo e problemas de navegação	C1							
Acidentes com carga e ou porta de carga/ falha de dispositivos	C2							
Colisões (colisões no ar e no chão)	C3							
Fatores por condicionantes externos, tesoura de vento, raio	C4							
Problemas metereológicos graves								
Tripulação de bordo – Drogas, alcool, condição mental desfavorável, não seguimento de regulamentos, cansaço/ sono/ fadiga.	C5							
Fogo – no hangar/ no solo, no ar, no interior da aeronave	C6							
Pouso/decolagem – excesso, falta de velocidade, comandos travados, configuração errada de programação condições de prumo ruins.	C7							
Manutenção – falha de diretivas, instalação errada de componentes.	C8							
Resultado - pouso de emergência, perda de controle.	C9							
Segurança – sabotagem, seqüestro, insanidade a bordo	C10							
Condições metereológicas desfavoráveis - vento, tesoura de vento, gelo, chuva, má visibilidade	C11							
Problemas corporativos (administração da Empresa)	C11							
Ação terrorista, seqüestros e passageiros	C12							
Colisão vinda de outra aeronave	C13							
Desconhecido - causas indeterminadas.	C14							
Desinformação - componente instalado sem esclarecimento de características operacionais	C15							

Imprevisibilidade- Falta de avaliação de situações que conduzem a erros	C16							
Imprevisibilidade – Avaliação errada devido à desinformação ou informação errada/incompleta	C17							
Problemas corporativos- normas não apropriadas	C18							

Codificação dos componentes do algoritmo taxonômico utilizado na pesquisa

APENDICES

APENDICE 1 – Edições do Aviation DataBase

SISTEMA AVIATION DATABASE - módulo gerador de relatórios e gráficos
Edicao indexada por ocorrencia no cockpit - sintetico

TOTAL de Nenhuma acao errada cockpit : 12 perc s/total= 8.51 %
 TOTAL de Comandos errados : 4 perc s/total= 2.84 %
 TOTAL de Falha de checagem/monitoracao : 15 perc s/total= 10.64 %
 TOTAL de Falha de recuperacao em perda : 3 perc s/total= 2.13 %
 TOTAL de Mal julgamento cond.metereologicas: 2 perc s/total= 1.42 %
 TOTAL de Mal julgamento altitude e visibil.: 11 perc s/total= 7.80 %
 TOTAL de Erro de informacao : 19 perc s/total= 13.48 %
 TOTAL de Erro de diagnostico : 10 perc s/total= 7.09 %
 TOTAL de Erro de estrategia : 2 perc s/total= 1.42 %
 TOTAL de Erro de procedimento : 31 perc s/total= 21.99 %
 TOTAL de Erro de acao : 3 perc s/total= 2.13 %
 TOTAL de Outros erros da tripulacao : 1 perc s/total= 0.71 %
 TOTAL de Problema que impede acao do piloto: 28 perc s/total= 19.86 %

Total registros= 141

Totais por focos de analise - Nucleo do algoritmo

Componentes por cada estagio de erro no cockpit (Nigel) 141

Nao houve = 40 ocorrencias - 28.37 %
 A0 - Nenhuma acao errada cockpit
 A14 - Problema que impede acao do piloto

Erro de Acao = 41 ocorrencias - 29.08 %
 A1 - Comandos errados
 A4 - Falha de recuperacao em perda
 A11 - Erro de procedimento
 A12 - Erro de acao

Erro de decisao= 40 ocorrencias - 28.37 %
 A2 - Acao/julgamento-toque arremetido

A3 - Falha de checagem/monitoracao
 A5 - Mal julgamento cond.metereologicas
 A6 - Mal julgamento altitude e visibil.
 A8 - Erro de diagnostico
 A9 - Erro de meta
 A10 - Erro de estrategia

Erro de informacao = 19 ocorrencias - 13.48 %
 A7 - Erro de informacao

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 1 ocorrencias - 0.71 %
 A13 - Outros erros da tripulacao

* * * * *

Componentes por perspectiva de erro no cockpit (segundo Dekker)
 num registros selecionados -141 incluindo aeromedicos-172

Nao houve = 40 ocorrencias- 28.37 %
 A0 - Nenhuma acao errada cockpit 12
 A14 - Problema que impede acao do piloto 28

erro SISTEMICO= 41 ocorrencias- 29.08 %
 A1 - Comandos errados 4
 A4 - Falha de recuperacao em perda 3
 A11 - Erro de procedimento 31
 A12 - Erro de acao 3

Erro COGNITIVO= 59 ocorrencias- 41.84 %
 A2 - Acao/julgamento-toque arremetido 0
 A3 - Falha de checagem/monitoracao 15
 A5 - Mal julgamento cond.metereologicas 2
 A6 - Mal julgamento altitude e visibil. 11
 A7 - Erro de informacao 19
 A8 - Erro de diagnostico 10
 A9 - Erro de meta 0
 A10 - Erro de estrategia 2

Influencia AEROMEDICA/PSICOSOCIAL na amostra:

A15- origem aeromedica/psicosocial 31
 31 ocorrencias em 172 = 18.02 % -> incluindo componente A15 na amostra
 31 ocorrencias em 141 = 21.99 % -> excluindo componente A15 na amostra

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 1 ocorrencias- 0.58 %
 A13 - Outros erros da tripulacao 1

SISTEMA AVIATION DATABASE - módulo gerador de relatórios e gráficos
Indícios ergonomicos- ocorrencias cockpit filtros-B05

** TOT-A1 -Comandos errados : 1 perc s/total= 5.88 %
 ** TOT-A3 -Falha de checagem/monitoracao : 5 perc s/total= 29.41 %
 ** TOT-A6 -Mal julgamento altitude e visibil.: 4 perc s/total= 23.53 %
 ** TOT-A11-Erro de procedimento : 3 perc s/total= 17.65 %
 ** TOT-A12-Erro de acao : 1 perc s/total= 5.88 %
 ** TOT-A13-Outros erros da tripulacao : 1 perc s/total= 5.88 %
 ** TOT-A14-Problema que impede acao do piloto: 2 perc s/total= 11.76 %

Total registros= 17

Filtro 1= B05-Estresse

Filtro 2= YYY-

Filtro 3= ZZZ-

Totais por focos de analise - Nucleo do algoritmo

Componentes por cada estagio de erro no cockpit (Nigel) 17

Nao houve = 2 ocorrencias - 11.76 %

A0 - Nenhuma acao errada cockpit

A14 - Problema que impede acao do piloto

Erro de Acao = 5 ocorrencias - 29.41 %

A1 - Comandos errados

A4 - Falha de recuperacao em perda

A11 - Erro de procedimento

A12 - Erro de acao

Erro de decisao= 9 ocorrencias - 52.94 %

A2 - Acao/julgamento-toque arremetido

A3 - Falha de checagem/monitoracao

A5 - Mal julgamento cond.metereologicas

A6 - Mal julgamento altitude e visibil.

A8 - Erro de diagnostico

A9 - Erro de meta

A10 - Erro de estrategia

Erro de informacao = 0 ocorrencias - 0.00 %

A7 - Erro de informacao

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 1 ocorrencias - 5.88 %

A13 - Outros erros da tripulacao

Componentes por perspectiva de erro no cockpit (segundo Dekker)

num registros selecionados - 17 incluindo aeromedicos- 31

Nao houve = 2 ocorrencias- 11.76 %

A0 - Nenhuma acao errada cockpit 0

A14 - Problema que impede acao do piloto 2

erro SISTEMICO= 5 ocorrencias- 29.41 %

A1 - Comandos errados 1

A4 - Falha de recuperacao em perda 0

A11 - Erro de procedimento 3

A12 - Erro de acao 1

Erro COGNITIVO= 9 ocorrencias- 52.94 %

A2 - Acao/julgamento-toque arremetido 0

A3 - Falha de checagem/monitoracao 5

A5 - Mal julgamento cond.metereologicas 0

A6 - Mal julgamento altitude e visibil. 4

A7 - Erro de informacao 0

A8 - Erro de diagnostico 0

A9 - Erro de meta 0

A10 - Erro de estrategia 0

Influencia AEROMEDICA/PSICOSOCIAL na amostra:

A15- origem aeromedica/psicosocial 14

14 ocorrencias em 31 = 45.16 % -> incluindo componente A15 na amostra

14 ocorrencias em 17 = 82.35 % -> excluindo componente A15 na amostra

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 1 ocorrencias- 3.23 %

A13 - Outros erros da tripulacao 1

* * * *

Ocorrencias: com visibilidade 3 - 17.65 % sem visib.- 14 - 82.35 %

SISTEMA AVIATION DATABASE - módulo gerador de relatórios e gráficos

Indícios ergonômicos- ocorrências cockpit filtros- nenhum

Selecionado período : décadas de 194x a 197x

** TOT-A0 -Nenhuma ação errada cockpit : 3 perc s/total= 7.14 %
 ** TOT-A3 -Falha de checagem/monitoração : 4 perc s/total= 9.52 %
 ** TOT-A6 -Mal julgamento altitude e visibil.: 3 perc s/total= 7.14 %
 ** TOT-A7 -Erro de informação : 6 perc s/total= 14.29 %
 ** TOT-A8 -Erro de diagnóstico : 4 perc s/total= 9.52 %
 ** TOT-A11-Erro de procedimento : 7 perc s/total= 16.67 %
 ** TOT-A12-Erro de ação : 1 perc s/total= 2.38 %
 ** TOT-A14-Problema que impede ação do piloto: 14 perc s/total= 33.33 %

Total registros= 42

* * * *

Totais por focos de análise - Núcleo do algoritmo

Componentes por cada estágio de erro no cockpit (Nigel) 42

Não houve = 17 ocorrências - 40.48 %

A0 - Nenhuma ação errada cockpit

A14 - Problema que impede ação do piloto

Erro de Ação = 8 ocorrências - 19.05 %

A1 - Comandos errados

A4 - Falha de recuperação em perda

A11 - Erro de procedimento

A12 - Erro de ação

Erro de decisão= 11 ocorrências - 26.19 %

A2 - Ação/julgamento-toque arremetido

A3 - Falha de checagem/monitoração

A5 - Mal julgamento cond.metereológicas

A6 - Mal julgamento altitude e visibil.

A8 - Erro de diagnóstico

A9 - Erro de meta

A10 - Erro de estratégia

Erro de informação = 6 ocorrências - 14.29 %

A7 - Erro de informacao

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 0 ocorrencias - 0.00 %

A13 - Outros erros da tripulacao

* * * * *

Componentes por perspectiva de erro no cockpit (segundo Dekker)
num registros selecionados - 42 incluindo aeromedicos- 53

Nao houve = 17 ocorrencias- 40.48 %

A0 - Nenhuma acao errada cockpit 3

A14 - Problema que impede acao do piloto 14

erro SISTEMICO= 8 ocorrencias- 19.05 %

A1 - Comandos errados 0

A4 - Falha de recuperacao em perda 0

A11 - Erro de procedimento 7

A12 - Erro de acao 1

Erro COGNITIVO= 17 ocorrencias- 40.48 %

A2 - Acao/julgamento-toque arremetido 0

A3 - Falha de checagem/monitoracao 4

A5 - Mal julgamento cond.metereologicas 0

A6 - Mal julgamento altitude e visibil. 3

A7 - Erro de informacao 6

A8 - Erro de diagnostico 4

A9 - Erro de meta 0

A10 - Erro de estrategia 0

Influencia AEROMEDICA/PSICOSOCIAL na amostra:

A15- origem aeromedica/psicosocial 11

11 ocorrencias em 53 = 20.75 % -> incluindo componente A15 na amostra

11 ocorrencias em 42 = 26.19 % -> excluindo componente A15 na amostra

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 0 ocorrencias- 0.00 %

A13 - Outros erros da tripulacao 0

* * * * *

Ocorrencias: com visibilidade 21 - 50.00 % sem visib.- 21 - 50.00 %

SISTEMA AVIATION DATABASE - módulo gerador de relatórios e gráficos

Indícios ergonômicos- ocorrências cockpit filtros- nenhum

Selecionado período : décadas de 197x a 200x

** TOT-A0 -Nenhuma ação errada cockpit : 11 perc s/total= 9.24 %
 ** TOT-A1 -Comandos errados : 4 perc s/total= 3.36 %
 ** TOT-A3 -Falha de checagem/monitoração : 12 perc s/total= 10.08 %
 ** TOT-A4 -Falha de recuperação em perda : 3 perc s/total= 2.52 %
 ** TOT-A5 -Mal julgamento cond.meteorológicas: 2 perc s/total= 1.68 %
 ** TOT-A6 -Mal julgamento altitude e visibil.: 8 perc s/total= 6.72 %
 ** TOT-A7 -Erro de informação : 17 perc s/total= 14.29 %
 ** TOT-A8 -Erro de diagnóstico : 9 perc s/total= 7.56 %
 ** TOT-A10-Erro de estratégia : 2 perc s/total= 1.68 %
 ** TOT-A11-Erro de procedimento : 28 perc s/total= 23.53 %
 ** TOT-A12-Erro de ação : 3 perc s/total= 2.52 %
 ** TOT-A13-Outros erros da tripulação : 1 perc s/total= 0.84 %
 ** TOT-A14-Problema que impede ação do piloto: 19 perc s/total= 15.97 %

Total registros= 119

* * * *

Totais por focos de análise - Núcleo do algoritmo

* * * * *

Componentes por cada estágio de erro no cockpit (Nigel) 119

Não houve = 30 ocorrências - 25.21 %

A0 - Nenhuma ação errada cockpit

A14 - Problema que impede ação do piloto

Erro de Ação = 38 ocorrências - 31.93 %

A1 - Comandos errados

A4 - Falha de recuperação em perda

A11 - Erro de procedimento

A12 - Erro de ação

Erro de decisão= 33 ocorrências - 27.73 %

A2 - Ação/julgamento-toque arremetido

A3 - Falha de checagem/monitoração

A5 - Mal julgamento cond.meteorológicas

A6 - Mal julgamento altitude e visibil.
 A8 - Erro de diagnostico
 A9 - Erro de meta
 A10 - Erro de estrategia

Erro de informacao = 17 ocorrencias - 14.29 %
 A7 - Erro de informacao

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 1 ocorrencias - 0.84 %
 A13 - Outros erros da tripulacao

* * * * *

Componentes por perspectiva de erro no cockpit (segundo Dekker)
 num registros selecionados -119 incluindo aeromedicos-140

Nao houve = 30 ocorrencias- 25.21 %
 A0 - Nenhuma acao errada cockpit 11
 A14 - Problema que impede acao do piloto 19

erro SISTEMICO= 38 ocorrencias- 31.93 %
 A1 - Comandos errados 4
 A4 - Falha de recuperacao em perda 3
 A11 - Erro de procedimento 28
 A12 - Erro de acao 3

Erro COGNITIVO= 50 ocorrencias- 42.02 %
 A2 - Acao/julgamento-toque arremetido 0
 A3 - Falha de checagem/monitoracao 12
 A5 - Mal julgamento cond.metereologicas 2
 A6 - Mal julgamento altitude e visibil. 8
 A7 - Erro de informacao 17
 A8 - Erro de diagnostico 9
 A9 - Erro de meta 0
 A10 - Erro de estrategia 2

Influencia AEROMEDICA/PSICOSOCIAL na amostra:

A15- origem aeromedica/psicosocial 21
 21 ocorrencias em 140 = 15.00 % -> incluindo componente A15 na amostra
 21 ocorrencias em 119 = 17.65 % -> excluindo componente A15 na amostra

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 1 ocorrencias- 0.71 %
 A13 - Outros erros da tripulacao 1

* * * * *

Ocorrencias: com visibilidade 74 - 62.18 % sem visib.- 45 - 37.82 %

SISTEMA AVIATION DATABASE - módulo gerador de relatórios e gráficos
Indícios ergonomicos- causalidade (CENIPA)- filtros- nenhum

** TOT.-C1- Controle de trafego aereo e problemas de navegacao : 9= 6.38%
 ** TOT.-C2- Acidentes com carga/porta de carga/ dispositivos : 11= 7.80%
 ** TOT.-C3- Colisoes (colisoes no ar e no chao) : 7= 4.96%
 ** TOT.-C4- Fatores externos, graves prob.metereologicos, raio : 5= 3.55%
 ** TOT.-C5- Tripulacao-Drogas,alc.,cond.mental,regul.,cansaco/fadiga: 23= 16.31%
 ** TOT.-C7- Pouso/decolagem-erro veloc.,comand.travados,configuracao: 41= 29.08%
 ** TOT.-C8- Manutencao-falha de diretivas,instalac.errada componente: 8= 5.67%
 ** TOT.-C9- Resultado- pouso de emergencia, perda de controle : 2= 1.42%
 ** TOT.-C11- Condicoes metereol.desfavoraveis/m visibilidade/noite : 12= 8.51%
 ** TOT.-C12- Acao terrorista,sequestros e passageiros- ataque,guerra: 2= 1.42%
 ** TOT.-C14- Desconhecido- causas indeterminadas : 3= 2.13%
 ** TOT.-C16- Imprevisivel-Falta avaliacao-situacoes que geram erros: 7= 4.96%
 ** TOT.-C17- Imprevisivel-Aval.errada-desinform-inform.errada/incomp: 8= 5.67%
 ** TOT.-C18- Problemas corporativos-normas nao apropriadas : 3= 2.13%

Total registros= 141

* * * *

Totais por focos de analise - Nucleo do algoritmo
Componentes por cada estagio de erro no cockpit (Nigel) 141

Nao houve = 40 ocorrencias - 28.37 %

A0 - Nenhuma acao errada cockpit

A14 - Problema que impede acao do piloto

Erro de Acao = 41 ocorrencias - 29.08 %

A1 - Comandos errados

A4 - Falha de recuperacao em perda

A11 - Erro de procedimento

A12 - Erro de acao

Erro de decisao= 40 ocorrencias - 28.37 %

A2 - Acao/julgamento-toque arremetido

A3 - Falha de checagem/monitoracao

A5 - Mal julgamento cond.metereologicas

A6 - Mal julgamento altitude e visibil.
 A8 - Erro de diagnostico
 A9 - Erro de meta
 A10 - Erro de estrategia

Erro de informacao = 19 ocorrencias - 13.48 %
 A7 - Erro de informacao

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 1 ocorrencias - 0.71 %
 A13 - Outros erros da tripulacao

* * * * *

Componentes por perspectiva de erro no cockpit (segundo Dekker)
 num registros selecionados -141 incluindo aeromedicos-172

Nao houve = 40 ocorrencias- 28.37 %
 A0 - Nenhuma acao errada cockpit 12
 A14 - Problema que impede acao do piloto 28

erro SISTEMICO= 41 ocorrencias- 29.08 %
 A1 - Comandos errados 4
 A4 - Falha de recuperacao em perda 3
 A11 - Erro de procedimento 31
 A12 - Erro de acao 3

Erro COGNITIVO= 59 ocorrencias- 41.84 %
 A2 - Acao/julgamento-toque arremetido 0
 A3 - Falha de checagem/monitoracao 15
 A5 - Mal julgamento cond.metereologicas 2
 A6 - Mal julgamento altitude e visibil. 11
 A7 - Erro de informacao 19
 A8 - Erro de diagnostico 10
 A9 - Erro de meta 0
 A10 - Erro de estrategia 2

Influencia AEROMEDICA/PSICOSOCIAL na amostra:

A15- origem aeromedica/psicosocial 31
 31 ocorrencias em 172 = 18.02 % -> incluindo componente A15 na amostra
 31 ocorrencias em 141 = 21.99 % -> excluindo componente A15 na amostra

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 1 ocorrencias- 0.58 %
 A13 - Outros erros da tripulacao 1

Ocorrencias: com visibilidade 82 - 58.16 % sem visib.- 59 - 41.84 %

SISTEMA AVIATION DATABASE - módulo gerador de relatórios e gráficos

Indícios ergonômicos- causalidade (CENIPA)- filtros- nenhum

Selecionado período : décadas de 194x a 197x

- ** TOT.-C1- Controle de tráfego aéreo e problemas de navegação : 2= 4.76%
- ** TOT.-C2- Acidentes com carga/porta de carga/ dispositivos : 4= 9.52%
- ** TOT.-C3- Colisões (colisões no ar e no chão) : 5= 11.90%
- ** TOT.-C5- Tripulação-Drogas,alc.,cond.mental,regul.,cansaço/fadiga: 11= 26.19%
- ** TOT.-C7- Pouso/decolagem-erro veloc.,comand.travados,configuração: 10= 23.81%
- ** TOT.-C8- Manutenção-falha de diretivas,instalação.errada componente: 3= 7.14%
- ** TOT.-C11- Condições meteorol.desfavoráveis/m visibilidade/noite : 2= 4.76%
- ** TOT.-C12- Ação terrorista,sequestros e passageiros- ataque,guerra: 1= 2.38%
- ** TOT.-C16- Imprevisível-Falta avaliação-situações que geram erros: 2= 4.76%
- ** TOT.-C17- Imprevisível-Aval.errada-desinform-inform.errada/incomp: 1= 2.38%
- ** TOT.-C18- Problemas corporativos-normas não apropriadas : 1= 2.38%

Total registros= 42

Totais por focos de análise - Núcleo do algoritmo

Componentes por cada estágio de erro no cockpit (Nigel) 42

Não houve = 17 ocorrências - 40.48 %

A0 - Nenhuma ação errada cockpit

A14 - Problema que impede ação do piloto

Erro de Ação = 8 ocorrências - 19.05 %

A1 - Comandos errados

A4 - Falha de recuperação em perda

A11 - Erro de procedimento

A12 - Erro de ação

Erro de decisão= 11 ocorrências - 26.19 %

A2 - Ação/julgamento-toque arremetido

A3 - Falha de checagem/monitoração

A5 - Mal julgamento cond.meteorológicas

A6 - Mal julgamento altitude e visibil.

A8 - Erro de diagnóstico

A9 - Erro de meta
A10 - Erro de estrategia

Erro de informacao = 6 ocorrencias - 14.29 %
A7 - Erro de informacao

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 0 ocorrencias - 0.00 %
A13 - Outros erros da tripulacao

Componentes por perspectiva de erro no cockpit (segundo Dekker)
num registros selecionados - 42 incluindo aeromedicos- 53

Nao houve = 17 ocorrencias- 40.48 %
A0 - Nenhuma acao errada cockpit 3
A14 - Problema que impede acao do piloto 14

erro SISTEMICO= 8 ocorrencias- 19.05 %
A1 - Comandos errados 0
A4 - Falha de recuperacao em perda 0
A11 - Erro de procedimento 7
A12 - Erro de acao 1

Erro COGNITIVO= 17 ocorrencias- 40.48 %
A2 - Acao/julgamento-toque arremetido 0
A3 - Falha de checagem/monitoracao 4
A5 - Mal julgamento cond.metereologicas 0
A6 - Mal julgamento altitude e visibil. 3
A7 - Erro de informacao 6
A8 - Erro de diagnostico 4
A9 - Erro de meta 0
A10 - Erro de estrategia 0

Influencia AEROMEDICA/PSICOSOCIAL na amostra:

A15- origem aeromedica/psicosocial 11
11 ocorrencias em 53 = 20.75 % -> incluindo componente A15 na amostra
11 ocorrencias em 42 = 26.19 % -> excluindo componente A15 na amostra

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 0 ocorrencias- 0.00 %
A13 - Outros erros da tripulacao 0

* * * *

Ocorrencias: com visibilidade 21 - 50.00 % sem visib.- 21 - 50.00 %

SISTEMA AVIATION DATABASE - módulo gerador de relatórios e gráficos
Indícios ergonômicos- causalidade (CENIPA)- filtros- nenhum

Selecionado período : décadas de 197x a 200x

- ** TOT.-C1- Controle de tráfego aéreo e problemas de navegação : 9= 7.56%
- ** TOT.-C2- Acidentes com carga/porta de carga/ dispositivos : 10= 8.40%
- ** TOT.-C3- Colisões (colisões no ar e no chão) : 5= 4.20%
- ** TOT.-C4- Fatores externos, graves prob.meteorológicos, raio : 5= 4.20%
- ** TOT.-C5- Tripulação-Drogas,alc.,cond.mental,regul.,cansaço/fadiga: 14= 11.76%
- ** TOT.-C7- Pouso/decolagem-erro veloc.,comand.travados,configuração: 37= 31.09%
- ** TOT.-C8- Manutenção-falha de diretivas,instalação.errada componente: 7= 5.88%
- ** TOT.-C9- Resultado- pouso de emergência, perda de controle : 2= 1.68%
- ** TOT.-C11- Condições meteorol.desfavoráveis/m visibilidade/noite : 10= 8.40%
- ** TOT.-C12- Ação terrorista,sequestros e passageiros- ataque,guerra: 2= 1.68%
- ** TOT.-C14- Desconhecido- causas indeterminadas : 3= 2.52%
- ** TOT.-C16- Imprevisível-Falta avaliação-situações que geram erros: 6= 5.04%
- ** TOT.-C17- Imprevisível-Aval.errada-desinform-inform.errada/incomp: 7= 5.88%
- ** TOT.-C18- Problemas corporativos-normas não apropriadas : 2= 1.68%

Total registros= 119

Totais por focos de análise - Núcleo do algoritmo

Componentes por cada estágio de erro no cockpit (Nigel) 119

Não houve = 30 ocorrências - 25.21 %

A0 - Nenhuma ação errada cockpit

A14 - Problema que impede ação do piloto

Erro de Ação = 38 ocorrências - 31.93 %

A1 - Comandos errados

A4 - Falha de recuperação em perda

A11 - Erro de procedimento

A12 - Erro de ação

Erro de decisão= 33 ocorrências - 27.73 %

A2 - Ação/julgamento-toque arremetido

A3 - Falha de checagem/monitoração

A5 - Mal julgamento cond.metereologicas
 A6 - Mal julgamento altitude e visibil.
 A8 - Erro de diagnostico
 A9 - Erro de meta
 A10 - Erro de estrategia

Erro de informacao = 17 ocorrencias - 14.29 %

A7 - Erro de informacao

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 1 ocorrencias - 0.84 %

A13 - Outros erros da tripulacao

Componentes por perspectiva de erro no cockpit (segundo Dekker)
 num registros selecionados -119 incluindo aeromedicos-140

Nao houve = 30 ocorrencias- 25.21 %

A0 - Nenhuma acao errada cockpit 11

A14 - Problema que impede acao do piloto 19

erro SISTEMICO= 38 ocorrencias- 31.93 %

A1 - Comandos errados 4

A4 - Falha de recuperacao em perda 3

A11 - Erro de procedimento 28

A12 - Erro de acao 3

Erro COGNITIVO= 50 ocorrencias- 42.02 %

A2 - Acao/julgamento-toque arremetido 0

A3 - Falha de checagem/monitoracao 12

A5 - Mal julgamento cond.metereologicas 2

A6 - Mal julgamento altitude e visibil. 8

A7 - Erro de informacao 17

A8 - Erro de diagnostico 9

A9 - Erro de meta 0

A10 - Erro de estrategia 2

Influencia AEROMEDICA/PSICOSOCIAL na amostra:

A15- origem aeromedica/psicosocial 21

21 ocorrencias em 140 = 15.00 % -> incluindo componente A15 na amostra

21 ocorrencias em 119 = 17.65 % -> excluindo componente A15 na amostra

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 1 ocorrencias- 0.71 %

A13 - Outros erros da tripulacao 1

Ocorrencias: com visibilidade 74 - 62.18 % sem visib.- 45 - 37.82 %

SISTEMA AVIATION DATABASE - módulo gerador de relatórios e gráficos
Indexada por erro ergonômico-totais-sintetico

- * Total do conjunto-B01 : 1= 0.71%
B01-Probl.estrutural(escolha/teste errado de materiais)
- * Total do conjunto-B01B04 : 1= 0.71%
B01-Probl.estrutural(escolha/teste errado de materiais)
B04-Pessoal apoio terra/carga mal posicionada/excesso
- * Total do conjunto-B01B10B11: 1= 0.71%
B01-Probl.estrutural(escolha/teste errado de materiais)
B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
B11-Treinamento inapropriado /Treinamento deficiente
- * Total do conjunto-B01B10B12: 1= 0.71%
B01-Probl.estrutural(escolha/teste errado de materiais)
B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
B12-Erro mecanico/manutencao falha dispositivos/instrument
- * Total do conjunto-B01B12 : 1= 0.71%
B01-Probl.estrutural(escolha/teste errado de materiais)
B12-Erro mecanico/manutencao falha dispositivos/instrument
- * Total do conjunto-B02B04 : 1= 0.71%
B02-Erro de projeto
B04-Pessoal apoio terra/carga mal posicionada/excesso
- * Total do conjunto-B02B04B12: 1= 0.71%
B02-Erro de projeto
B04-Pessoal apoio terra/carga mal posicionada/excesso
B12-Erro mecanico/manutencao falha dispositivos/instrument
- * Total do conjunto-B02B09B10: 1= 0.71%
B02-Erro de projeto
B09-Erro de lideranca
B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
- * Total do conjunto-B02B09B19: 1= 0.71%
B02-Erro de projeto
B09-Erro de lideranca
B19-Erro informacao(chega ao piloto- cockpit ou exterior)
- * Total do conjunto-B02B10B20: 1= 0.71%
B02-Erro de projeto
B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
B20-Erro coletivo (cockpit e/ou corporativo)
- * Total do conjunto-B04 : 5= 3.55%
B04-Pessoal apoio terra/carga mal posicionada/excesso
- * Total do conjunto-B04B07B10: 1= 0.71%
B04-Pessoal apoio terra/carga mal posicionada/excesso
B07-Fadiga e problemas fisiologicos/ Disturbios fisiologic
B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
- * Total do conjunto-B04B07B19: 1= 0.71%
B04-Pessoal apoio terra/carga mal posicionada/excesso
B07-Fadiga e problemas fisiologicos/ Disturbios fisiologic
B19-Erro informacao(chega ao piloto- cockpit ou exterior)
- * Total do conjunto-B04B10 : 1= 0.71%
B04-Pessoal apoio terra/carga mal posicionada/excesso

- B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
- * Total do conjunto-B04B19 : 1= 0.71%
 - B04-Pessoal apoio terra/carga mal posicionada/excesso
 - B19-Erro informacao(chega ao piloto- cockpit ou exterior)
 - * Total do conjunto-B05B07 : 11= 7.80%
 - B05-Estresse
 - B07-Fadiga e problemas fisiologicos/ Disturbios fisiologic
 - * Total do conjunto-B05B07B12: 1= 0.71%
 - B05-Estresse
 - B07-Fadiga e problemas fisiologicos/ Disturbios fisiologic
 - B12-Erro mecanico/manutencao falha dispositivos/instrument
 - * Total do conjunto-B05B07B20: 2= 1.42%
 - B05-Estresse
 - B07-Fadiga e problemas fisiologicos/ Disturbios fisiologic
 - B20-Erro coletivo (cockpit e/ou corporativo)
 - * Total do conjunto-B05B11 : 1= 0.71%
 - B05-Estresse
 - B11-Treinamento inapropriado /Treinamento deficiente
 - * Total do conjunto-B05B12 : 1= 0.71%
 - B05-Estresse
 - B12-Erro mecanico/manutencao falha dispositivos/instrument
 - * Total do conjunto-B05B17B18: 1= 0.71%
 - B05-Estresse
 - B17-Erro linguagem (no cockpit ou com o exterior)
 - B18-Erro comunicacional
 - * Total do conjunto-B06 : 3= 2.13%
 - B06-Torre de controle (Procedimento com ATC)
 - * Total do conjunto-B06B09B18: 1= 0.71%
 - B06-Torre de controle (Procedimento com ATC)
 - B09-Erro de lideranca
 - B18-Erro comunicacional
 - * Total do conjunto-B06B10 : 1= 0.71%
 - B06-Torre de controle (Procedimento com ATC)
 - B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
 - * Total do conjunto-B06B10B19: 1= 0.71%
 - B06-Torre de controle (Procedimento com ATC)
 - B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
 - B19-Erro informacao(chega ao piloto- cockpit ou exterior)
 - * Total do conjunto-B06B12B18: 1= 0.71%
 - B06-Torre de controle (Procedimento com ATC)
 - B12-Erro mecanico/manutencao falha dispositivos/instrument
 - B18-Erro comunicacional
 - * Total do conjunto-B06B17 : 1= 0.71%
 - B06-Torre de controle (Procedimento com ATC)
 - B17-Erro linguagem (no cockpit ou com o exterior)
 - * Total do conjunto-B06B17B18: 3= 2.13%
 - B06-Torre de controle (Procedimento com ATC)
 - B17-Erro linguagem (no cockpit ou com o exterior)
 - B18-Erro comunicacional
 - * Total do conjunto-B06B17B19: 4= 2.84%
 - B06-Torre de controle (Procedimento com ATC)
 - B17-Erro linguagem (no cockpit ou com o exterior)

- B19-Erro informacao(chega ao piloto- cockpit ou exterior)
- * Total do conjunto-B06B18B19: 1= 0.71%
 - B06-Torre de controle (Procedimento com ATC)
 - B18-Erro comunicacional
 - B19-Erro informacao(chega ao piloto- cockpit ou exterior)
 - * Total do conjunto-B06B19B20: 2= 1.42%
 - B06-Torre de controle (Procedimento com ATC)
 - B19-Erro informacao(chega ao piloto- cockpit ou exterior)
 - B20-Erro coletivo (cockpit e/ou corporativo)
 - * Total do conjunto-B07 : 7= 4.96%
 - B07-Fadiga e problemas fisiologicos/ Disturbios fisiologic
 - * Total do conjunto-B07B10 : 2= 1.42%
 - B07-Fadiga e problemas fisiologicos/ Disturbios fisiologic
 - B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
 - * Total do conjunto-B07B14 : 1= 0.71%
 - B07-Fadiga e problemas fisiologicos/ Disturbios fisiologic
 - B14-Sobrecarga emocional e / ou cognitiva
 - * Total do conjunto-B07B19B20: 1= 0.71%
 - B07-Fadiga e problemas fisiologicos/ Disturbios fisiologic
 - B19-Erro informacao(chega ao piloto- cockpit ou exterior)
 - B20-Erro coletivo (cockpit e/ou corporativo)
 - * Total do conjunto-B07B20 : 1= 0.71%
 - B07-Fadiga e problemas fisiologicos/ Disturbios fisiologic
 - B20-Erro coletivo (cockpit e/ou corporativo)
 - * Total do conjunto-B08 : 1= 0.71%
 - B08-Problemas psicologicos e emocionais
 - * Total do conjunto-B08B09B20: 1= 0.71%
 - B08-Problemas psicologicos e emocionais
 - B09-Erro de lideranca
 - B20-Erro coletivo (cockpit e/ou corporativo)
 - * Total do conjunto-B08B11 : 1= 0.71%
 - B08-Problemas psicologicos e emocionais
 - B11-Treinamento inapropriado /Treinamento deficiente
 - * Total do conjunto-B08B14 : 1= 0.71%
 - B08-Problemas psicologicos e emocionais
 - B14-Sobrecarga emocional e / ou cognitiva
 - * Total do conjunto-B08B20 : 1= 0.71%
 - B08-Problemas psicologicos e emocionais
 - B20-Erro coletivo (cockpit e/ou corporativo)
 - * Total do conjunto-B09B10B11: 1= 0.71%
 - B09-Erro de lideranca
 - B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
 - B11-Treinamento inapropriado /Treinamento deficiente
 - * Total do conjunto-B09B10B20: 2= 1.42%
 - B09-Erro de lideranca
 - B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
 - B20-Erro coletivo (cockpit e/ou corporativo)
 - * Total do conjunto-B10 : 12= 8.51%
 - B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
 - * Total do conjunto-B10B11 : 5= 3.55%
 - B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
 - B11-Treinamento inapropriado /Treinamento deficiente

- * Total do conjunto-B10B11B12: 1= 0.71%
 B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
 B11-Treinamento inapropriado /Treinamento deficiente
 B12-Erro mecanico/manutencao falha dispositivos/instrument
- * Total do conjunto-B10B11B15: 1= 0.71%
 B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
 B11-Treinamento inapropriado /Treinamento deficiente
 B15-Distribuicao errada da tarefa
- * Total do conjunto-B10B11B19: 2= 1.42%
 B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
 B11-Treinamento inapropriado /Treinamento deficiente
 B19-Erro informacao(chega ao piloto- cockpit ou exterior)
- * Total do conjunto-B10B11B20: 8= 5.67%
 B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
 B11-Treinamento inapropriado /Treinamento deficiente
 B20-Erro coletivo (cockpit e/ou corporativo)
- * Total do conjunto-B10B12 : 1= 0.71%
 B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
 B12-Erro mecanico/manutencao falha dispositivos/instrument
- * Total do conjunto-B10B12B20: 1= 0.71%
 B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
 B12-Erro mecanico/manutencao falha dispositivos/instrument
 B20-Erro coletivo (cockpit e/ou corporativo)
- * Total do conjunto-B10B13B16: 1= 0.71%
 B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
 B13-Erro de leiaute
 B16-Instrumentos ou posicao deficiente
- * Total do conjunto-B10B16B21: 1= 0.71%
 B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
 B16-Instrumentos ou posicao deficiente
 B21-Outros problemas ergonomicos / cognitivos
- * Total do conjunto-B10B19 : 4= 2.84%
 B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
 B19-Erro informacao(chega ao piloto- cockpit ou exterior)
- * Total do conjunto-B10B19B20: 1= 0.71%
 B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
 B19-Erro informacao(chega ao piloto- cockpit ou exterior)
 B20-Erro coletivo (cockpit e/ou corporativo)
- * Total do conjunto-B10B20 : 4= 2.84%
 B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
 B20-Erro coletivo (cockpit e/ou corporativo)
- * Total do conjunto-B10B21 : 1= 0.71%
 B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
 B21-Outros problemas ergonomicos / cognitivos
- * Total do conjunto-B11 : 1= 0.71%
 B11-Treinamento inapropriado /Treinamento deficiente
- * Total do conjunto-B11B19 : 2= 1.42%
 B11-Treinamento inapropriado /Treinamento deficiente
 B19-Erro informacao(chega ao piloto- cockpit ou exterior)
- * Total do conjunto-B12 : 10= 7.09%
 B12-Erro mecanico/manutencao falha dispositivos/instrument
- * Total do conjunto-B12B14 : 1= 0.71%

B12-Erro mecanico/manutencao falha dispositivos/instrument
 B14-Sobrecarga emocional e / ou cognitiva
 * Total do conjunto-B12B16 : 1= 0.71%
 B12-Erro mecanico/manutencao falha dispositivos/instrument
 B16-Instrumentos ou posicao deficiente
 * Total do conjunto-B12B18 : 1= 0.71%
 B12-Erro mecanico/manutencao falha dispositivos/instrument
 B18-Erro comunicacional
 * Total do conjunto-B12B19 : 2= 1.42%
 B12-Erro mecanico/manutencao falha dispositivos/instrument
 B19-Erro informacao(chega ao piloto- cockpit ou exterior)
 * Total do conjunto-B12B19B20: 1= 0.71%
 B12-Erro mecanico/manutencao falha dispositivos/instrument
 B19-Erro informacao(chega ao piloto- cockpit ou exterior)
 B20-Erro coletivo (cockpit e/ou corporativo)
 * Total do conjunto-B16 : 1= 0.71%
 B16-Instrumentos ou posicao deficiente
 * Total do conjunto-B18B20 : 1= 0.71%
 B18-Erro comunicacional
 B20-Erro coletivo (cockpit e/ou corporativo)
 * Total do conjunto-B19 : 1= 0.71%
 B19-Erro informacao(chega ao piloto- cockpit ou exterior)
 * Total do conjunto-B19B20 : 1= 0.71%
 B19-Erro informacao(chega ao piloto- cockpit ou exterior)
 B20-Erro coletivo (cockpit e/ou corporativo)
 * Total do conjunto-B99 : 1= 0.71%
 B99-Nenhum problema detectado

Total registros= 141

Totais por focos de analise - Nucleo do algoritmo

Componentes por cada estagio de erro no cockpit (Nigel) 141

Nao houve = 40 ocorrencias - 28.37 %

A0 - Nenhuma acao errada cockpit

A14 - Problema que impede acao do piloto

Erro de Acao = 41 ocorrencias - 29.08 %

A1 - Comandos errados

A4 - Falha de recuperacao em perda

A11 - Erro de procedimento

A12 - Erro de acao

Erro de decisao= 40 ocorrencias - 28.37 %

A2 - Acao/julgamento-toque arremetido

A3 - Falha de checagem/monitoracao

A5 - Mal julgamento cond.metereologicas

A6 - Mal julgamento altitude e visibil.

A8 - Erro de diagnostico

A9 - Erro de meta

A10 - Erro de estrategia

Erro de informacao = 19 ocorrencias - 13.48 %

A7 - Erro de informacao

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 1 ocorrencias - 0.71 %

A13 - Outros erros da tripulacao

Componentes por perspectiva de erro no cockpit (segundo Dekker)
num registros selecionados -141 incluindo aeromedicos-172

Nao houve = 40 ocorrencias- 28.37 %

A0 - Nenhuma acao errada cockpit 12

A14 - Problema que impede acao do piloto 28

erro SISTEMICO= 41 ocorrencias- 29.08 %

A1 - Comandos errados 4

A4 - Falha de recuperacao em perda 3

A11 - Erro de procedimento 31

A12 - Erro de acao 3

Erro COGNITIVO= 59 ocorrencias- 41.84 %

A2 - Acao/julgamento-toque arremetido 0

A3 - Falha de checagem/monitoracao 15

A5 - Mal julgamento cond.metereologicas 2

A6 - Mal julgamento altitude e visibil. 11

A7 - Erro de informacao 19

A8 - Erro de diagnostico 10

A9 - Erro de meta 0

A10 - Erro de estrategia 2

Influencia AEROMEDICA/PSICOSOCIAL na amostra:

A15- origem aeromedica/psicosocial 31

31 ocorrencias em 172 = 18.02 % -> incluindo componente A15 na amostra

31 ocorrencias em 141 = 21.99 % -> excluindo componente A15 na amostra

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 1 ocorrencias- 0.58 %

A13 - Outros erros da tripulacao 1

Ocorrencias: com visibilidade 82 - 58.16 % sem visib.- 59 - 41.84 %

SISTEMA AVIATION DATABASE - módulo gerador de relatórios e gráficos

Indexada por erro ergonômico-totais-sintético

Selecionado período : décadas de 194x a 197x

- * Total do conjunto-B01 : 1= 2.38%
B01-Probl.estrutural(escolha/teste errado de materiais)
- * Total do conjunto-B01B04 : 1= 2.38%
B01-Probl.estrutural(escolha/teste errado de materiais)
B04-Pessoal apoio terra/carga mal posicionada/excesso
- * Total do conjunto-B02B04 : 1= 2.38%
B02-Erro de projeto
B04-Pessoal apoio terra/carga mal posicionada/excesso
- * Total do conjunto-B02B04B12: 1= 2.38%
B02-Erro de projeto
B04-Pessoal apoio terra/carga mal posicionada/excesso
B12-Erro mecanico/manutencao falha dispositivos/instrument
- * Total do conjunto-B04B07B10: 1= 2.38%
B04-Pessoal apoio terra/carga mal posicionada/excesso
B07-Fadiga e problemas fisiologicos/ Disturbios fisiologic
B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
- * Total do conjunto-B05B07 : 3= 7.14%
B05-Estresse
B07-Fadiga e problemas fisiologicos/ Disturbios fisiologic
- * Total do conjunto-B05B07B12: 1= 2.38%
B05-Estresse
B07-Fadiga e problemas fisiologicos/ Disturbios fisiologic
B12-Erro mecanico/manutencao falha dispositivos/instrument
- * Total do conjunto-B05B07B20: 1= 2.38%
B05-Estresse
B07-Fadiga e problemas fisiologicos/ Disturbios fisiologic
B20-Erro coletivo (cockpit e/ou corporativo)
- * Total do conjunto-B05B11 : 1= 2.38%
B05-Estresse
B11-Treinamento inapropriado /Treinamento deficiente
- * Total do conjunto-B05B17B18: 1= 2.38%
B05-Estresse
B17-Erro linguagem (no cockpit ou com o exterior)
B18-Erro comunicacional
- * Total do conjunto-B06 : 3= 7.14%
B06-Torre de controle (Procedimento com ATC)
- * Total do conjunto-B06B09B18: 1= 2.38%
B06-Torre de controle (Procedimento com ATC)
B09-Erro de lideranca
B18-Erro comunicacional
- * Total do conjunto-B06B12B18: 1= 2.38%
B06-Torre de controle (Procedimento com ATC)
B12-Erro mecanico/manutencao falha dispositivos/instrument
B18-Erro comunicacional
- * Total do conjunto-B06B17B18: 3= 7.14%
B06-Torre de controle (Procedimento com ATC)

- B17-Erro linguagem (no cockpit ou com o exterior)
 B18-Erro comunicacional
- * Total do conjunto-B06B19B20: 1= 2.38%
 B06-Torre de controle (Procedimento com ATC)
 B19-Erro informacao(chega ao piloto- cockpit ou exterior)
 B20-Erro coletivo (cockpit e/ou corporativo)
 - * Total do conjunto-B07 : 3= 7.14%
 B07-Fadiga e problemas fisiologicos/ Disturbios fisiologic
 - * Total do conjunto-B07B10 : 1= 2.38%
 B07-Fadiga e problemas fisiologicos/ Disturbios fisiologic
 B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
 - * Total do conjunto-B09B10B20: 1= 2.38%
 B09-Erro de lideranca
 B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
 B20-Erro coletivo (cockpit e/ou corporativo)
 - * Total do conjunto-B10 : 2= 4.76%
 B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
 - * Total do conjunto-B10B11 : 1= 2.38%
 B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
 B11-Treinamento inapropriado /Treinamento deficiente
 - * Total do conjunto-B10B11B12: 1= 2.38%
 B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
 B11-Treinamento inapropriado /Treinamento deficiente
 B12-Erro mecanico/manutencao falha dispositivos/instrument
 - * Total do conjunto-B10B11B20: 2= 4.76%
 B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
 B11-Treinamento inapropriado /Treinamento deficiente
 B20-Erro coletivo (cockpit e/ou corporativo)
 - * Total do conjunto-B10B12B20: 1= 2.38%
 B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
 B12-Erro mecanico/manutencao falha dispositivos/instrument
 B20-Erro coletivo (cockpit e/ou corporativo)
 - * Total do conjunto-B10B19 : 1= 2.38%
 B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
 B19-Erro informacao(chega ao piloto- cockpit ou exterior)
 - * Total do conjunto-B10B20 : 2= 4.76%
 B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
 B20-Erro coletivo (cockpit e/ou corporativo)
 - * Total do conjunto-B12 : 3= 7.14%
 B12-Erro mecanico/manutencao falha dispositivos/instrument
 - * Total do conjunto-B12B14 : 1= 2.38%
 B12-Erro mecanico/manutencao falha dispositivos/instrument
 B14-Sobrecarga emocional e / ou cognitiva
 - * Total do conjunto-B12B19 : 1= 2.38%
 B12-Erro mecanico/manutencao falha dispositivos/instrument
 B19-Erro informacao(chega ao piloto- cockpit ou exterior)
 - * Total do conjunto-B18B20 : 1= 2.38%
 B18-Erro comunicacional
 B20-Erro coletivo (cockpit e/ou corporativo)

Total registros= 42

* * * *

Totais por focos de analise - Nucleo do algoritmo

Componentes por cada estagio de erro no cockpit (Nigel) 42

Nao houve = 17 ocorrencias - 40.48 %

A0 - Nenhuma acao errada cockpit

A14 - Problema que impede acao do piloto

Erro de Acao = 8 ocorrencias - 19.05 %

A1 - Comandos errados

A4 - Falha de recuperacao em perda

A11 - Erro de procedimento

A12 - Erro de acao

Erro de decisao= 11 ocorrencias - 26.19 %

A2 - Acao/julgamento-toque arremetido

A3 - Falha de checagem/monitoracao

A5 - Mal julgamento cond.metereologicas

A6 - Mal julgamento altitude e visibil.

A8 - Erro de diagnostico

A9 - Erro de meta

A10 - Erro de estrategia

Erro de informacao = 6 ocorrencias - 14.29 %

A7 - Erro de informacao

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 0 ocorrencias - 0.00 %

A13 - Outros erros da tripulacao

* * * * *

Componentes por perspectiva de erro no cockpit (segundo Dekker)

num registros selecionados - 42 incluindo aeromedicos- 53

Nao houve = 17 ocorrencias- 40.48 %

A0 - Nenhuma acao errada cockpit 3

A14 - Problema que impede acao do piloto 14

erro SISTEMICO= 8 ocorrencias- 19.05 %

A1 - Comandos errados 0

A4 - Falha de recuperacao em perda 0

A11 - Erro de procedimento 7

A12 - Erro de acao 1

Erro COGNITIVO= 17 ocorrencias- 40.48 %

A2 - Acao/julgamento-toque arremetido 0

A3 - Falha de checagem/monitoracao 4

A5 - Mal julgamento cond.metereologicas 0

A6 - Mal julgamento altitude e visibil. 3

A7 - Erro de informacao	6
A8 - Erro de diagnostico	4
A9 - Erro de meta	0
A10 - Erro de estrategia	0

Influencia AEROMEDICA/PSICOSOCIAL na amostra:

A15- origem aeromedica/psicosocial 11

11 ocorrencias em 53 = 20.75 % -> incluindo componente A15 na amostra

11 ocorrencias em 42 = 26.19 % -> excluindo componente A15 na amostra

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 0 ocorrencias- 0.00 %

A13 - Outros erros da tripulacao 0

* * * *

Ocorrencias: com visibilidade 21 - 50.00 % sem visib.- 21 - 50.00 %

SISTEMA AVIATION DATABASE - módulo gerador de relatórios e gráficos

Indexada por erro ergonômico-totais-sintetico

Selecionado periodo : decadas de 198x a 200x

- * Total do conjunto-B01B10B11: 1= 1.01%
 - B01-Probl.estrutural(escolha/teste errado de materiais)
 - B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
 - B11-Treinamento inapropriado /Treinamento deficiente
- * Total do conjunto-B01B10B12: 1= 1.01%
 - B01-Probl.estrutural(escolha/teste errado de materiais)
 - B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
 - B12-Erro mecanico/manutencao falha dispositivos/instrument
- * Total do conjunto-B01B12 : 1= 1.01%
 - B01-Probl.estrutural(escolha/teste errado de materiais)
 - B12-Erro mecanico/manutencao falha dispositivos/instrument
- * Total do conjunto-B02B09B10: 1= 1.01%
 - B02-Erro de projeto
 - B09-Erro de lideranca
 - B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
- * Total do conjunto-B02B09B19: 1= 1.01%
 - B02-Erro de projeto
 - B09-Erro de lideranca
 - B19-Erro informacao(chega ao piloto- cockpit ou exterior)
- * Total do conjunto-B02B10B20: 1= 1.01%
 - B02-Erro de projeto
 - B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
 - B20-Erro coletivo (cockpit e/ou corporativo)
- * Total do conjunto-B04 : 5= 5.05%
 - B04-Pessoal apoio terra/carga mal posicionada/excesso
- * Total do conjunto-B04B07B19: 1= 1.01%
 - B04-Pessoal apoio terra/carga mal posicionada/excesso
 - B07-Fadiga e problemas fisiologicos/ Disturbios fisiologic
 - B19-Erro informacao(chega ao piloto- cockpit ou exterior)
- * Total do conjunto-B04B10 : 1= 1.01%
 - B04-Pessoal apoio terra/carga mal posicionada/excesso
 - B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
- * Total do conjunto-B04B19 : 1= 1.01%
 - B04-Pessoal apoio terra/carga mal posicionada/excesso
 - B19-Erro informacao(chega ao piloto- cockpit ou exterior)
- * Total do conjunto-B05B07 : 8= 8.08%
 - B05-Estresse
 - B07-Fadiga e problemas fisiologicos/ Disturbios fisiologic
- * Total do conjunto-B05B07B20: 1= 1.01%
 - B05-Estresse
 - B07-Fadiga e problemas fisiologicos/ Disturbios fisiologic
 - B20-Erro coletivo (cockpit e/ou corporativo)
- * Total do conjunto-B05B12 : 1= 1.01%
 - B05-Estresse
 - B12-Erro mecanico/manutencao falha dispositivos/instrument
- * Total do conjunto-B06B10 : 1= 1.01%

- B06-Torre de controle (Procedimento com ATC)
 B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
- * Total do conjunto-B06B10B19: 1= 1.01%
 B06-Torre de controle (Procedimento com ATC)
 B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
 B19-Erro informacao(chega ao piloto- cockpit ou exterior)
- * Total do conjunto-B06B17 : 1= 1.01%
 B06-Torre de controle (Procedimento com ATC)
 B17-Erro linguagem (no cockpit ou com o exterior)
- * Total do conjunto-B06B17B19: 4= 4.04%
 B06-Torre de controle (Procedimento com ATC)
 B17-Erro linguagem (no cockpit ou com o exterior)
 B19-Erro informacao(chega ao piloto- cockpit ou exterior)
- * Total do conjunto-B06B18B19: 1= 1.01%
 B06-Torre de controle (Procedimento com ATC)
 B18-Erro comunicacional
 B19-Erro informacao(chega ao piloto- cockpit ou exterior)
- * Total do conjunto-B06B19B20: 1= 1.01%
 B06-Torre de controle (Procedimento com ATC)
 B19-Erro informacao(chega ao piloto- cockpit ou exterior)
 B20-Erro coletivo (cockpit e/ou corporativo)
- * Total do conjunto-B07 : 4= 4.04%
 B07-Fadiga e problemas fisiologicos/ Disturbios fisiologic
- * Total do conjunto-B07B10 : 1= 1.01%
 B07-Fadiga e problemas fisiologicos/ Disturbios fisiologic
 B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
- * Total do conjunto-B07B14 : 1= 1.01%
 B07-Fadiga e problemas fisiologicos/ Disturbios fisiologic
 B14-Sobrecarga emocional e / ou cognitiva
- * Total do conjunto-B07B19B20: 1= 1.01%
 B07-Fadiga e problemas fisiologicos/ Disturbios fisiologic
 B19-Erro informacao(chega ao piloto- cockpit ou exterior)
 B20-Erro coletivo (cockpit e/ou corporativo)
- * Total do conjunto-B07B20 : 1= 1.01%
 B07-Fadiga e problemas fisiologicos/ Disturbios fisiologic
 B20-Erro coletivo (cockpit e/ou corporativo)
- * Total do conjunto-B08 : 1= 1.01%
 B08-Problemas psicologicos e emocionais
- * Total do conjunto-B08B09B20: 1= 1.01%
 B08-Problemas psicologicos e emocionais
 B09-Erro de lideranca
 B20-Erro coletivo (cockpit e/ou corporativo)
- * Total do conjunto-B08B11 : 1= 1.01%
 B08-Problemas psicologicos e emocionais
 B11-Treinamento inapropriado /Treinamento deficiente
- * Total do conjunto-B08B14 : 1= 1.01%
 B08-Problemas psicologicos e emocionais
 B14-Sobrecarga emocional e / ou cognitiva
- * Total do conjunto-B08B20 : 1= 1.01%
 B08-Problemas psicologicos e emocionais
 B20-Erro coletivo (cockpit e/ou corporativo)
- * Total do conjunto-B09B10B11: 1= 1.01%

- B09-Erro de lideranca
 B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
 B11-Treinamento inapropriado /Treinamento deficiente
 * Total do conjunto-B09B10B20: 1= 1.01%
 B09-Erro de lideranca
 B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
 B20-Erro coletivo (cockpit e/ou corporativo)
 * Total do conjunto-B10 : 10= 10.10%
 B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
 * Total do conjunto-B10B11 : 4= 4.04%
 B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
 B11-Treinamento inapropriado /Treinamento deficiente
 * Total do conjunto-B10B11B15: 1= 1.01%
 B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
 B11-Treinamento inapropriado /Treinamento deficiente
 B15-Distribuicao errada da tarefa
 * Total do conjunto-B10B11B19: 2= 2.02%
 B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
 B11-Treinamento inapropriado /Treinamento deficiente
 B19-Erro informacao(chega ao piloto- cockpit ou exterior)
 * Total do conjunto-B10B11B20: 6= 6.06%
 B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
 B11-Treinamento inapropriado /Treinamento deficiente
 B20-Erro coletivo (cockpit e/ou corporativo)
 * Total do conjunto-B10B12 : 1= 1.01%
 B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
 B12-Erro mecanico/manutencao falha dispositivos/instrument
 * Total do conjunto-B10B13B16: 1= 1.01%
 B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
 B13-Erro de leiaute
 B16-Instrumentos ou posicao deficiente
 * Total do conjunto-B10B16B21: 1= 1.01%
 B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
 B16-Instrumentos ou posicao deficiente
 B21-Outros problemas ergonomicos / cognitivos
 * Total do conjunto-B10B19 : 3= 3.03%
 B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
 B19-Erro informacao(chega ao piloto- cockpit ou exterior)
 * Total do conjunto-B10B19B20: 1= 1.01%
 B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
 B19-Erro informacao(chega ao piloto- cockpit ou exterior)
 B20-Erro coletivo (cockpit e/ou corporativo)
 * Total do conjunto-B10B20 : 2= 2.02%
 B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
 B20-Erro coletivo (cockpit e/ou corporativo)
 * Total do conjunto-B10B21 : 1= 1.01%
 B10-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)
 B21-Outros problemas ergonomicos / cognitivos
 * Total do conjunto-B11 : 1= 1.01%
 B11-Treinamento inapropriado /Treinamento deficiente
 * Total do conjunto-B11B19 : 2= 2.02%
 B11-Treinamento inapropriado /Treinamento deficiente

B19-Erro informacao(chega ao piloto- cockpit ou exterior)
 * Total do conjunto-B12 : 7= 7.07%
 B12-Erro mecanico/manutencao falha dispositivos/instrument
 * Total do conjunto-B12B16 : 1= 1.01%
 B12-Erro mecanico/manutencao falha dispositivos/instrument
 B16-Instrumentos ou posicao deficiente
 * Total do conjunto-B12B18 : 1= 1.01%
 B12-Erro mecanico/manutencao falha dispositivos/instrument
 B18-Erro comunicacional
 * Total do conjunto-B12B19 : 1= 1.01%
 B12-Erro mecanico/manutencao falha dispositivos/instrument
 B19-Erro informacao(chega ao piloto- cockpit ou exterior)
 * Total do conjunto-B12B19B20: 1= 1.01%
 B12-Erro mecanico/manutencao falha dispositivos/instrument
 B19-Erro informacao(chega ao piloto- cockpit ou exterior)
 B20-Erro coletivo (cockpit e/ou corporativo)
 * Total do conjunto-B16 : 1= 1.01%
 B16-Instrumentos ou posicao deficiente
 * Total do conjunto-B19 : 1= 1.01%
 B19-Erro informacao(chega ao piloto- cockpit ou exterior)
 * Total do conjunto-B19B20 : 1= 1.01%
 B19-Erro informacao(chega ao piloto- cockpit ou exterior)
 B20-Erro coletivo (cockpit e/ou corporativo)
 * Total do conjunto-B99 : 1= 1.01%
 B99-Nenhum problema detectado

Total registros= 99

* * * *

Totais por focos de analise - Nucleo do algoritmo

Componentes por cada estagio de erro no cockpit (Nigel) 99

Nao houve = 23 ocorrencias - 23.23 %

A0 - Nenhuma acao errada cockpit

A14 - Problema que impede acao do piloto

Erro de Acao = 33 ocorrencias - 33.33 %

A1 - Comandos errados

A4 - Falha de recuperacao em perda

A11 - Erro de procedimento

A12 - Erro de acao

Erro de decisao= 29 ocorrencias - 29.29 %

A2 - Acao/julgamento-toque arremetido

A3 - Falha de checagem/monitoracao

A5 - Mal julgamento cond.metereologicas

A6 - Mal julgamento altitude e visibil.

A8 - Erro de diagnostico

A9 - Erro de meta

A10 - Erro de estrategia

Erro de informacao = 13 ocorrencias - 13.13 %

A7 - Erro de informacao

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 1 ocorrencias - 1.01 %

A13 - Outros erros da tripulacao

* * * * *

Componentes por perspectiva de erro no cockpit (segundo Dekker)
num registros selecionados - 99 incluindo aeromedicos-119

Nao houve = 23 ocorrencias- 23.23 %

A0 - Nenhuma acao errada cockpit 9

A14 - Problema que impede acao do piloto 14

erro SISTEMICO= 33 ocorrencias- 33.33 %

A1 - Comandos errados 4

A4 - Falha de recuperacao em perda 3

A11 - Erro de procedimento 24

A12 - Erro de acao 2

Erro COGNITIVO= 42 ocorrencias- 42.42 %

A2 - Acao/julgamento-toque arremetido 0

A3 - Falha de checagem/monitoracao 11

A5 - Mal julgamento cond.metereologicas 2

A6 - Mal julgamento altitude e visibil. 8

A7 - Erro de informacao 13

A8 - Erro de diagnostico 6

A9 - Erro de meta 0

A10 - Erro de estrategia 2

Influencia AEROMEDICA/PSICOSOCIAL na amostra:

A15- origem aeromedica/psicosocial 20

20 ocorrencias em 119 = 16.81 % -> incluindo componente A15 na amostra

20 ocorrencias em 99 = 20.20 % -> excluindo componente A15 na amostra

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 1 ocorrencias- 0.84 %

A13 - Outros erros da tripulacao 1

* * * * *

Ocorrencias: com visibilidade 61 - 61.62 % sem visib.- 38 - 38.38 %

SISTEMA AVIATION DATABASE - módulo gerador de relatórios e gráficos

Indícios ergonomicos- fase voo filtros- nenhum

Selecionado periodo : decadas de 194x a 197x

TOTAL de Taxi : 1 perc s/total= 2.38 %

TOTAL de Decolagem : 4 perc s/total= 9.52 %

TOTAL de Subida : 3 perc s/total= 7.14 %

TOTAL de Cruzeiro : 11 perc s/total= 26.19 %

TOTAL de Descida : 2 perc s/total= 4.76 %

TOTAL de Aproximacao: 17 perc s/total= 40.48 %

TOTAL de Pouso : 4 perc s/total= 9.52 %

Total registros= 42

* * * *

Totais por focos de analise - Nucleo do algoritmo

* * * * *

Componentes por cada estagio de erro no cockpit (Nigel) 42

Nao houve = 17 ocorrencias - 40.48 %

A0 - Nenhuma acao errada cockpit

A14 - Problema que impede acao do piloto

Erro de Acao = 8 ocorrencias - 19.05 %

A1 - Comandos errados

A4 - Falha de recuperacao em perda

A11 - Erro de procedimento

A12 - Erro de acao

Erro de decisao= 11 ocorrencias - 26.19 %

A2 - Acao/julgamento-toque arremetido

A3 - Falha de checagem/monitoracao

A5 - Mal julgamento cond.metereologicas

A6 - Mal julgamento altitude e visibil.

A8 - Erro de diagnostico

A9 - Erro de meta

A10 - Erro de estrategia

Erro de informacao = 6 ocorrencias - 14.29 %

A7 - Erro de informacao

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 0 ocorrencias - 0.00 %
 A13 - Outros erros da tripulacao

* * * * *

Componentes por perspectiva de erro no cockpit (segundo Dekker)
 num registos seleccionados - 42 incluindo aeromedicos- 53

Nao houve = 17 ocorrencias- 40.48 %
 A0 - Nenhuma acao errada cockpit 3
 A14 - Problema que impede acao do piloto 14

erro SISTEMICO= 8 ocorrencias- 19.05 %
 A1 - Comandos errados 0
 A4 - Falha de recuperacao em perda 0
 A11 - Erro de procedimento 7
 A12 - Erro de acao 1

Erro COGNITIVO= 17 ocorrencias- 40.48 %
 A2 - Acao/julgamento-toque arremetido 0
 A3 - Falha de checagem/monitoracao 4
 A5 - Mal julgamento cond.metereologicas 0
 A6 - Mal julgamento altitude e visibil. 3
 A7 - Erro de informacao 6
 A8 - Erro de diagnostico 4
 A9 - Erro de meta 0
 A10 - Erro de estrategia 0

Influencia AEROMEDICA/PSICOSOCIAL na amostra:

A15- origem aeromedica/psicosocial 11
 11 ocorrencias em 53 = 20.75 % -> incluindo componente A15 na amostra
 11 ocorrencias em 42 = 26.19 % -> excluindo componente A15 na amostra

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 0 ocorrencias- 0.00 %
 A13 - Outros erros da tripulacao 0

* * * * *

Ocorrencias: com visibilidade 21 - 50.00 % sem visib.- 21 - 50.00 %

SISTEMA AVIATION DATABASE - módulo gerador de relatórios e gráficos

Indícios ergonomicos- fase voo filtros- nenhum

Selecionado periodo : decadas de 198x a 200x

TOTAL de Taxi : 1 perc s/total= 1.01 %

TOTAL de Decolagem : 11 perc s/total= 11.11 %

TOTAL de Subida : 15 perc s/total= 15.15 %

TOTAL de Cruzeiro : 25 perc s/total= 25.25 %

TOTAL de Descida : 7 perc s/total= 7.07 %

TOTAL de Aproximacao: 28 perc s/total= 28.28 %

TOTAL de Pouso : 12 perc s/total= 12.12 %

Total registros= 99

* * * *

Totais por focos de analise - Nucleo do algoritmo

* * * * *

Componentes por cada estagio de erro no cockpit (Nigel) 99

Nao houve = 23 ocorrencias - 23.23 %

A0 - Nenhuma acao errada cockpit

A14 - Problema que impede acao do piloto

Erro de Acao = 33 ocorrencias - 33.33 %

A1 - Comandos errados

A4 - Falha de recuperacao em perda

A11 - Erro de procedimento

A12 - Erro de acao

Erro de decisao= 29 ocorrencias - 29.29 %

A2 - Acao/julgamento-toque arremetido

A3 - Falha de checagem/monitoracao

A5 - Mal julgamento cond.metereologicas

A6 - Mal julgamento altitude e visibil.

A8 - Erro de diagnostico

A9 - Erro de meta

A10 - Erro de estrategia

Erro de informacao = 13 ocorrencias - 13.13 %

A7 - Erro de informacao

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 1 ocorrencias - 1.01 %
 A13 - Outros erros da tripulacao

* * * * *

Componentes por perspectiva de erro no cockpit (segundo Dekker)
 num registros selecionados - 99 incluindo aeromedicos-119

Nao houve = 23 ocorrencias- 23.23 %
 A0 - Nenhuma acao errada cockpit 9
 A14 - Problema que impede acao do piloto 14

erro SISTEMICO= 33 ocorrencias- 33.33 %
 A1 - Comandos errados 4
 A4 - Falha de recuperacao em perda 3
 A11 - Erro de procedimento 24
 A12 - Erro de acao 2

Erro COGNITIVO= 42 ocorrencias- 42.42 %
 A2 - Acao/julgamento-toque arremetido 0
 A3 - Falha de checagem/monitoracao 11
 A5 - Mal julgamento cond.metereologicas 2
 A6 - Mal julgamento altitude e visibil. 8
 A7 - Erro de informacao 13
 A8 - Erro de diagnostico 6
 A9 - Erro de meta 0
 A10 - Erro de estrategia 2

Influencia AEROMEDICA/PSICOSOCIAL na amostra:

A15- origem aeromedica/psicosocial 20
 20 ocorrencias em 119 = 16.81 % -> incluindo componente A15 na amostra
 20 ocorrencias em 99 = 20.20 % -> excluindo componente A15 na amostra

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 1 ocorrencias- 0.84 %
 A13 - Outros erros da tripulacao 1

* * * * *

Ocorrencias: com visibilidade 61 - 61.62 % sem visib.- 38 - 38.38 %

SISTEMA AVIATION DATABASE - módulo gerador de relatórios e gráficos
Indícios ergonômicos- indícios cadeia erros filtros- nenhum

Selecionado período : décadas de 194x a 197x

TOT-I3 -Insegurança ou Confusão	: 3 7.14%
TOT-I4 -Violando os Mínimos	: 1 2.38%
TOT-I5 -Procedimentos Irregulares/ mal elaborados	: 3 7.14%
TOT-I8 -Incapacidade de atingir objetivos	: 16 38.10%
TOT-I9 -Discrepâncias não resolvidas	: 1 2.38%
TOT-I10-Abandono de procedimentos padronizados de operação	: 2 4.76%
TOT-I11-Soluções não previstas operacionalmente	: 10 23.81%
TOT-I12-Insuficiência informações p/ações no cockpit	: 6 14.29%

Total registros= 42

* * * *

Totais por focos de análise - Núcleo do algoritmo

* * * * *

Componentes por cada estágio de erro no cockpit (Nigel) 42

Não houve = 17 ocorrências - 40.48 %

A0 - Nenhuma ação errada cockpit

A14 - Problema que impede ação do piloto

Erro de Ação = 8 ocorrências - 19.05 %

A1 - Comandos errados

A4 - Falha de recuperação em perda

A11 - Erro de procedimento

A12 - Erro de ação

Erro de decisão= 11 ocorrências - 26.19 %

A2 - Ação/julgamento-toque arremetido

A3 - Falha de checagem/monitoração

A5 - Mal julgamento cond.meteorológicas

A6 - Mal julgamento altitude e visibilidade.

A8 - Erro de diagnóstico

A9 - Erro de meta

A10 - Erro de estratégia

Erro de informação = 6 ocorrências - 14.29 %

A7 - Erro de informacao

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 0 ocorrencias - 0.00 %

A13 - Outros erros da tripulacao

* * * * *

Componentes por perspectiva de erro no cockpit (segundo Dekker)
num registros selecionados - 42 incluindo aeromedicos- 53

Nao houve = 17 ocorrencias- 40.48 %

A0 - Nenhuma acao errada cockpit 3

A14 - Problema que impede acao do piloto 14

erro SISTEMICO= 8 ocorrencias- 19.05 %

A1 - Comandos errados 0

A4 - Falha de recuperacao em perda 0

A11 - Erro de procedimento 7

A12 - Erro de acao 1

Erro COGNITIVO= 17 ocorrencias- 40.48 %

A2 - Acao/julgamento-toque arremetido 0

A3 - Falha de checagem/monitoracao 4

A5 - Mal julgamento cond.metereologicas 0

A6 - Mal julgamento altitude e visibil. 3

A7 - Erro de informacao 6

A8 - Erro de diagnostico 4

A9 - Erro de meta 0

A10 - Erro de estrategia 0

Influencia AEROMEDICA/PSICOSOCIAL na amostra:

A15- origem aeromedica/psicosocial 11

11 ocorrencias em 53 = 20.75 % -> incluindo componente A15 na amostra

11 ocorrencias em 42 = 26.19 % -> excluindo componente A15 na amostra

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 0 ocorrencias- 0.00 %

A13 - Outros erros da tripulacao 0

* * * * *

Ocorrencias: com visibilidade 21 - 50.00 % sem visib.- 21 - 50.00 %

SISTEMA AVIATION DATABASE - módulo gerador de relatórios e gráficos
Indícios ergonômicos- indícios cadeia erros filtros- nenhum

Selecionado período : décadas de 198x a 200x

TOT-I3 -Insegurança ou Confusão	: 2 2.02%
TOT-I4 -Violando os Mínimos	: 6 6.06%
TOT-I5 -Procedimentos Irregulares/ mal elaborados	: 14 14.14%
TOT-I8 -Incapacidade de atingir objetivos	: 34 34.34%
TOT-I10-Abandono de procedimentos padronizados de operação	: 13 13.13%
TOT-I11-Soluções não previstas operacionalmente	: 17 17.17%
TOT-I12-Insuficiência informações p/ações no cockpit	: 13 13.13%

Total registros= 99

Totais por focos de análise - Núcleo do algoritmo

* * * * *

Componentes por cada estágio de erro no cockpit (Nigel) 99

Não houve = 23 ocorrências - 23.23 %

A0 - Nenhuma ação errada cockpit

A14 - Problema que impede ação do piloto

Erro de Ação = 33 ocorrências - 33.33 %

A1 - Comandos errados

A4 - Falha de recuperação em perda

A11 - Erro de procedimento

A12 - Erro de ação

Erro de decisão= 29 ocorrências - 29.29 %

A2 - Ação/julgamento-toque arremetido

A3 - Falha de checagem/monitoração

A5 - Mal julgamento cond.metereológicas

A6 - Mal julgamento altitude e visibil.

A8 - Erro de diagnóstico

A9 - Erro de meta

A10 - Erro de estratégia

Erro de informação = 13 ocorrências - 13.13 %

A7 - Erro de informação

Erro a avaliar ou sem avaliação = 1 ocorrência - 1.01 %

A13 - Outros erros da tripulacao

* * * * *

Componentes por perspectiva de erro no cockpit (segundo Dekker)
 num registros selecionados - 99 incluindo aeromedicos-119

Nao houve = 23 ocorrencias- 23.23 %

A0 - Nenhuma acao errada cockpit 9

A14 - Problema que impede acao do piloto 14

erro SISTEMICO= 33 ocorrencias- 33.33 %

A1 - Comandos errados 4

A4 - Falha de recuperacao em perda 3

A11 - Erro de procedimento 24

A12 - Erro de acao 2

Erro COGNITIVO= 42 ocorrencias- 42.42 %

A2 - Acao/julgamento-toque arremetido 0

A3 - Falha de checagem/monitoracao 11

A5 - Mal julgamento cond.metereologicas 2

A6 - Mal julgamento altitude e visibil. 8

A7 - Erro de informacao 13

A8 - Erro de diagnostico 6

A9 - Erro de meta 0

A10 - Erro de estrategia 2

Influencia AEROMEDICA/PSICOSOCIAL na amostra:

A15- origem aeromedica/psicosocial 20

20 ocorrencias em 119 = 16.81 % -> incluindo componente A15 na amostra

20 ocorrencias em 99 = 20.20 % -> excluindo componente A15 na amostra

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 1 ocorrencias- 0.84 %

A13 - Outros erros da tripulacao 1

* * * * *

Ocorrencias: com visibilidade 61 - 61.62 % sem visib.- 38 - 38.38 %

SISTEMA AVIATION DATABASE - módulo gerador de relatórios e gráficos

Correlacao de indices - componentes com indicios ergonomicos

CORRELACIONA indicio ergonomico B07 com visibilidade: S

Total registros= 9

* * * *

Totais por focos de analise - Nucleo do algoritmo

* * * * *

Componentes por cada estagio de erro no cockpit (Nigel) 9

Nao houve = 4 ocorrencias - 44.44 %

A0 - Nenhuma acao errada cockpit

A14 - Problema que impede acao do piloto

Erro de Acao = 2 ocorrencias - 22.22 %

A1 - Comandos errados

A4 - Falha de recuperacao em perda

A11 - Erro de procedimento

A12 - Erro de acao

Erro de decisao= 3 ocorrencias - 33.33 %

A2 - Acao/julgamento-toque arremetido

A3 - Falha de checagem/monitoracao

A5 - Mal julgamento cond.metereologicas

A6 - Mal julgamento altitude e visibil.

A8 - Erro de diagnostico

A9 - Erro de meta

A10 - Erro de estrategia

Erro de informacao = 0 ocorrencias - 0.00 %

A7 - Erro de informacao

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 0 ocorrencias - 0.00 %

A13 - Outros erros da tripulacao

* * * * *

Componentes por perspectiva de erro no cockpit (segundo Dekker)

num registros selecionados - 9 incluindo aeromedicos- 17

Nao houve = 4 ocorrencias- 44.44 %

A0 - Nenhuma acao errada cockpit 0

A14 - Problema que impede acao do piloto 4

erro SISTEMICO= 2 ocorrencias- 22.22 %

A1 - Comandos errados 0

A4 - Falha de recuperacao em perda 2

A11 - Erro de procedimento 0
 A12 - Erro de acao 0

Erro COGNITIVO= 3 ocorrencias- 33.33 %

A2 - Acao/julgamento-toque arremetido 0
 A3 - Falha de checagem/monitoracao 3
 A5 - Mal julgamento cond.metereologicas 0
 A6 - Mal julgamento altitude e visibil. 0
 A7 - Erro de informacao 0
 A8 - Erro de diagnostico 0
 A9 - Erro de meta 0
 A10 - Erro de estrategia 0

Influencia AEROMEDICA/PSICOSOCIAL na amostra:

A15- origem aeromedica/psicosocial 8
 8 ocorrencias em 17 = 47.06 % -> incluindo componente A15 na amostra
 8 ocorrencias em 9 = 88.89 % -> excluindo componente A15 na amostra

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 0 ocorrencias- 0.00 %

A13 - Outros erros da tripulacao 0

* * * *

Ocorrencias: com visibilidade 9 -100.00 % sem visib.- 0 - 0.00 %

SISTEMA AVIATION DATABASE - módulo gerador de relatórios e gráficos
Indícios ergonomicos- tipo aviao filtros- nenhum

TOTAL de grande : 92 perc s/total= 65.25 %

TOTAL de helicopt: 5 perc s/total= 3.55 %

TOTAL de medio : 28 perc s/total= 19.86 %

TOTAL de pequeno : 15 perc s/total= 10.64 %

TOTAL de : 1 perc s/total= 0.71 %

Total registros= 141

* * * *

Totais por focos de analise - Nucleo do algoritmo

* * * * *

Componentes por cada estagio de erro no cockpit (Nigel) 141

Nao houve = 40 ocorrencias - 28.37 %

A0 - Nenhuma acao errada cockpit

A14 - Problema que impede acao do piloto

Erro de Acao = 41 ocorrencias - 29.08 %

A1 - Comandos errados

A4 - Falha de recuperacao em perda

A11 - Erro de procedimento

A12 - Erro de acao

Erro de decisao= 40 ocorrencias - 28.37 %

A2 - Acao/julgamento-toque arremetido

A3 - Falha de checagem/monitoracao

A5 - Mal julgamento cond.metereologicas

A6 - Mal julgamento altitude e visibil.

A8 - Erro de diagnostico

A9 - Erro de meta

A10 - Erro de estrategia

Erro de informacao = 19 ocorrencias - 13.48 %

A7 - Erro de informacao

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 1 ocorrencias - 0.71 %

A13 - Outros erros da tripulacao

* * * * *

Componentes por perspectiva de erro no cockpit (segundo Dekker)
num registros selecionados -141 incluindo aeromedicos-172

Nao houve = 40 ocorrencias- 28.37 %

A0 - Nenhuma acao errada cockpit 12
 A14 - Problema que impede acao do piloto 28

erro SISTEMICO= 41 ocorrencias- 29.08 %

A1 - Comandos errados 4
 A4 - Falha de recuperacao em perda 3
 A11 - Erro de procedimento 31
 A12 - Erro de acao 3

Erro COGNITIVO= 59 ocorrencias- 41.84 %

A2 - Acao/julgamento-toque arremetido 0
 A3 - Falha de checagem/monitoracao 15
 A5 - Mal julgamento cond.metereologicas 2
 A6 - Mal julgamento altitude e visibil. 11
 A7 - Erro de informacao 19
 A8 - Erro de diagnostico 10
 A9 - Erro de meta 0
 A10 - Erro de estrategia 2

Influencia AEROMEDICA/PSICOSOCIAL na amostra:

A15- origem aeromedica/psicosocial 31
 31 ocorrencias em 172 = 18.02 % -> incluindo componente A15 na amostra
 31 ocorrencias em 141 = 21.99 % -> excluindo componente A15 na amostra

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 1 ocorrencias- 0.58 %

A13 - Outros erros da tripulacao 1

* * * *

Ocorrencias: com visibilidade 82 - 58.16 % sem visib.- 59 - 41.84 %