

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ
CENTRO DE PESQUISAS AGGEU MAGALHÃES
Curso de Doutorado em Saúde Pública

Edgard Thomas Martins

Estudo das implicações na saúde e na
operacionalização e no trabalho do aeronauta
embarcado em modernas aeronaves no
processo interativo homem-máquinas
complexas

RECIFE
2010

Edgard Thomas Martins

Estudo das implicações na saúde e na operacionalização e no trabalho do aeronauta
embarcado em modernas aeronaves no processo interativo
homem-máquinas complexas

Tese apresentada ao Curso de Doutorado em
Saúde Pública do Centro de Pesquisas Aggeu
Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz para a
obtenção do Grau de doutor em Ciências.

Orientadora: Profa. Dra. Lia Giraldo da Silva Augusto

Co-orientadora: Profa. Dra. Laura Bezerra Martins

Recife

2010

Catálogo na fonte: Biblioteca do Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães

M386e Martins, Edgard Thomas.

Estudo das implicações na saúde e na operacionalização e no trabalho do aeronauta embarcado em modernas aeronaves no processo interativo homem-máquinas complexas / Edgard Thomas Martins. — Recife: E. T. Martins, 2010.

851 f.: il.

Tese (Doutorado em Saúde Pública) - Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz, 2010.

Orientadora: Lia Giraldo da Silva Augusto, co-orientadora: Laura Bezerra Martins.

1. Saúde do Trabalhador. 2. Medicina Aeroespacial. 3. Acidentes Aeronáuticos. 4. Engenharia Humana. 5. Astronautas. I. Augusto, Lia Giraldo da Silva. II. Martins, Laura Bezerra. Título.

CDU 331.47

Edgard Thomas Martins

Estudo das implicações na saúde e na operacionalização e no trabalho do aeronauta embarcado em modernas aeronaves no processo interativo homem-máquinas complexas.

Tese apresentada ao Curso de Doutorado em Saúde Pública do Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz para a obtenção do Grau de doutor em Ciências.

Aprovado em: ___ / ___ / _____

BANCA EXAMINADORA

Dra. Lia Giraldo da Silva Augusto
Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães/Fiocruz

Thiago Maria Lapa
Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães/ Fiocruz

Henrique Fernandes da Câmara Neto
Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães/ Fiocruz

Beda Barcokebas Junior
Escola Politécnica - Universidade de Pernambuco

Fabiana Wanderley de Sousa Moreira
Faculdade Guararapes/Laureate International Universities

AGRADECIMENTOS

A meus mestres e orientadores Lia Giraldo, Laura Martins, Marcelo Soares e Jorge Falcão por haverem compartilhado comigo o maior de todos os valores:
O Conhecimento.

A meus incansáveis professores onde aqui não poderia citá-los pela imensa lista de pessoas certamente cabem em meu coração.

A meus filhos por existirem.

A meus amigos verdadeiros.

Às pessoas de bem.

À misteriosa maravilhosa ciência enquanto uma só vida não é suficiente para conhecê-la.

Ao Criador.

*“Ad astra per aspera
Ad sumus ... Ad astra et ultra
luce... ad sumus
Altiora semper petens
Scientia ad sapientiam
Splendor sine occasu
Gloriosus et liber
Scientia vinces sedes Sapientiae*

O caminho para os astros é difícil
Aqui estamos para os astros e além
Para a luz aqui estamos
Buscando sempre o mais elevado
Da Ciência à sabedoria
Espetáculo que nunca se acaba
Gloriosa e livre
Com a ciência vencereis, Sede da Sabedoria !”

Edgard Thomas Martins

MARTINS, Edgard Thomas. Estudo das implicações na saúde e na operacionalização e no trabalho do aeronauta embarcado em modernas aeronaves no processo interativo homem-máquinas complexas. 2010. Tese (Doutorado em Saúde Pública) – Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz, Recife, 2010.

RESUMO

As taxas de morte no trabalho na classe de trabalhadores assalariados é maior que o verificado nas classes de profissionais liberais. Neste cenário, a prevalência de acidentes e doenças do trabalho é um indicador da desigualdade socioeconômica e cultural existente na população. Por isso, pode-se dizer que a saúde do trabalhador é um problema de saúde pública, questão que exige atenção e ações mediadoras e reguladoras do Estado. A literatura sobre a estabilidade emocional e as condições de saúde do piloto de aeronaves mostram as condições de risco em que operam os pilotos. Há uma perspectiva de análise bastante forte na literatura científica que trata dos aspectos ergonômicos e fisiológicos destes trabalhadores que muitas vezes os reduzem a componentes redundantes dentro da grande complexidade tecnológica existente na aviação moderna. As bases técnicas e históricas que induziram a sociedade a construir as regras que formalizam as responsabilidades relativas ao trabalho do piloto devem ser compreendidas no estudo destes trabalhadores sob uma ótica sistêmica e interdisciplinar. O contexto age como uma pressão invisível que desgasta a saúde destes profissionais. Os fundamentos da tecnologia da informação e da ergonomia são muitas vezes negligenciados, podendo gerar disfunções operacionais na execução das tarefas, causar acidentes, perturbar o trabalho e a saúde tanto dos pilotos como de outros aeronautas como os controladores de voo. A sociedade se apresenta nos tempos de hoje impondo duras regras que visam prioritariamente a lucratividade das Empresas aplicadas em um cenário permeado por regras trabalhistas e tecnológicas imperfeitas. Neste cenário transitam os trabalhadores da aviação onde emergem a profissão de piloto e o instrumento de trabalho chamado avião. Estas normas trabalhistas são fontes de sofrimento. Estas foram as principais conclusões do estudo realizado que utilizou como método de análise uma abordagem sistêmica, com apoio de um modelo de análise de acidentes sob forma de um sistema computadorizado desenvolvido pelo autor tendo se mostrado apropriado para enfrentar a complexidade do problema em questão.

Palavras chaves: .Saúde do trabalhador – Ergonomia- Fisiologia- Acidentes na aviação

MARTINS, Edgard Thomas. Study of health implications and in the operationalization and work on airman aboard modern aircraft in the interactive process man-machine complex. 2010. Thesis (Doctorate in Public Health) - Research Center Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz, Recife, 2010.

ABSTRACT

The rates of death at work in the class of employees is greater than that found in the classes of professionals. In this scenario, the prevalence of accidents and occupational diseases is an indicator of socioeconomic and cultural inequality that exists in the population. Therefore, one can say that the worker's health is a public health problem an issue that demands attention and action mediators and regulators of the state. The literature on emotional stability and health conditions of the pilot of aircraft show the dangerous conditions under which they operate pilots. There is a very strong analytical perspective in the scientific literature dealing with physiological and ergonomic aspects of these workers that often reduce the redundant components within the existing technological complexity in modern aviation. The historical and technical bases that led the company to build rules that formalize the responsibilities concerning the pilot work should be included in the study of these workers in a systematic and interdisciplinary perspective. The context acts like an invisible pressure that erodes the health of these professionals. The fundamentals of information technology and ergonomics are often overlooked and can result in operational malfunctions in performing the tasks, cause accidents, disrupting work and health of both the pilots and other airmen and flight controllers. The company presents itself in these times is by imposing tough rules to give priority to profitability of companies applied in a setting permeated by work rules and imperfect technology. In this scenario transiting aviation workers emerge where the profession of pilot and working instrument called an airplane. These labor standards are a source of suffering. These were the main findings of the study method was used for analysis a systems approach, supported by a model of accident analysis in the form of a computerized Sistem developed by the author has proved appropriate for the complexity treatment of the problem in question.

Keywords: Health Worker - Ergonomics-Physiology-Aviation Accidents

ASPECTOS INTRODUTÓRIOS: O ENREDO DA TESE

Apresentamos abaixo um prólogo descritivo e resumido desta tese. O formato adotado para esta descrição, ordenada de forma estruturada, visa enfrentar o desafio de registrar e encadear de forma integrada e didática os assuntos necessários e correlatos de modo a convencer ao leitor que a hipótese formulada neste trabalho é verdadeira.

PARTE I - INÍCIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

São apresentados: o preâmbulo, a problematização, a justificativa, os objetivos e uma referência ao método adotado para produzir significados que auxiliam a confrontação dos resultados com a hipótese formulada nesta tese

CAPÍTULO 2 - Contextualização do problema

É debatido o contexto social que visa o lucro em primeiro lugar que conduz as condições de trabalho permeado por regras e tecnologias inapropriadas para a aviação, que é onde se insere a profissão de piloto, que trabalha em um meio não apropriado para o ser humano. Analisamos o instrumento de trabalho complexo chamado avião.

São representadas as bases técnicas e históricas que conduziram a sociedade a construir as regras para formalizar a profissão do piloto e das tripulações de aeronaves utilizadas como arma militar como veículo de transporte de carga e de passageiros e de outras aplicações.

PARTE II - MARCO TEÓRICO E FUNDAMENTAÇÃO

São registrados os fundamentos teóricos que dão suporte à comprovação da hipótese. Serão arroladas as teorias sobre fisiologia e sobre os agravos à saúde que são pertinentes à profissão de pilotos.

CAPÍTULO 3 - A saúde e o trabalho na aviação

São tratados os problemas não rotineiros relacionados ao voo e à profissão. Descrevemos os problemas que agem lentamente e que inibem o processo mental e físico dos indivíduos. Para entender apropriadamente todo o contexto da profissão e do meio onde se insere as tarefas de pilotagem é preciso arrolar saberes conhecidos e que são muitas vezes

negligenciados porque as abordagens para compreensão são quase sempre reducionistas e hegemônicas. Os fundamentos da tecnologia da informação e as características de comunicação de dados entre pessoas sob o ponto de vista social e lingüístico-psicológico podem gerar deformação na análise dos condicionantes que causam possíveis acidentes e perturbam o trabalho dos pilotos de aeronaves e das tripulações.

CAPÍTULO 4 - Aspectos ergonômicos e cognitivos no trabalho dos pilotos

A teoria e a aplicação da ergonomia são apresentados segundo suas características específicas, dificuldades, sucessos, fracassos e principais desafios. O futuro da ergonomia aplicada ao campo da aviação está destacada.

CAPÍTULO 5 – Características gerais do trabalho do piloto

O que a legislação formal e específica produziu para formalizar e definir as responsabilidades profissionais do piloto de aeronaves foi estudada a partir da análise do que conhecem de suas implicações.

PARTE III – UMA ANÁLISE CRÍTICA- O SER HUMANO CONTROLANDO MÁQUINAS COMPLEXAS E OS EFEITOS DO TRABALHO DO PILOTO EM SUA SAÚDE

Esta parte da tese demonstra que a vida do piloto oferece um substancial potencial de ocorrência de situação de normalidade mas muitos condicionantes mesmo que não freqüentes, poderão conduzir a acidentes e incidentes. O dia a dia social e profissional contém os processos que geram os agravos na sua saúde. E, se forem considerados amplamente todos os vetores que pressionam sua vida profissional, a situação potencial para desempenho em uma emergência piora muito.

CAPÍTULO 6 - O comportamento do piloto e sua saúde

Para que a tarefa deste profissional seja cumprida existe uma carga fisiológica e emocional importante. O cenário do trabalho e a saúde do trabalhador são analisados sob o ponto de vista sistêmico. Este capítulo estuda as implicações do trabalho e da aviação moderna, no agravo e na desordem física e mental dos pilotos e a importância dos problemas fisiológicos e mentais decorrentes da continuidade e permanência do trabalhador no seu posto de trabalho e aponta

para danos à saúde e desorganização cognitiva decorrentes exclusivamente da profissão e do voo. Aqui os agravos na saúde relacionados aos aspectos mentais e físicos desta classe de aeronauta são considerados frente aos saberes da tecnologia, ergonomia e fisiologia e das exigências de uma sociedade de risco.

CAPÍTULO 7 – A aviação moderna, suas implicações no agravo na saúde dos pilotos

É discutido como e porque a modernidade não melhorou como deveria o cenário e a segurança de voo.

CAPÍTULO 8 – Uma abordagem sobre os riscos, as vulnerabilidades do voo moderno e os acidentes

Discutimos neste capítulo, a superficialidade e o reducionismo do perfil investigativo dos acidentes com aeronaves

CAPÍTULO 9 – Uma análise mais ampla sobre acidentes com aeronaves

Tratamos sobre a adoção de uma análise mais ampla sobre acidentes com aeronaves e a realidade dos acidentes na aviação. O que existe por trás da formalidade e que é divulgada nos resultados das investigações promove uma ampliação na abordagem e no olhar para os registros de acidentes aéreos tecendo conclusões muito diferentes para pensar medidas preventivas e para elaborar um novo olhar para as respectivas causalidades.

PARTE IV – DISCUSSÃO SOBRE O MÉTODO

Discussões sobre o método, fundamentado nas teorias e no marco teórico, utilizando o material coletado, conduzindo uma abordagem sistêmica e ampla que pode produzir correlações que conduzem a conclusões que comprovam a hipótese

CAPÍTULO 10 - Teoria dos estudos em situações complexas – o método

Apresentação das bases e da seqüência de procedimentos que apoiaram o desenvolvimento de um método para analisar o trabalho do piloto

PARTE V - A APLICAÇÃO DO MÉTODO E OS ESTUDOS DA TESE

Esta parte da tese faz uma integração do material coletado. A análise de acidentes aéreos é superficial e obedece a um modelo de causalidade linear, reduzido aos fatores de riscos, mascarando os problemas reais da saúde do trabalho do aeronauta na moderna aviação. Mostrar que nos dados coletados dos registros de acidentes, nas entrevistas serão enfatizados reflexos da pressão profissional das empresas e dos processos sociais que tendem a marginalizar os problemas familiares e pessoais. A pesquisa procurará enfatizar que isto causa uma grave dissociação da efetividade do trabalho prescrito se comparado com o trabalho real distorcendo os preceitos de segurança do transporte aéreo com amplos reflexos no cumprimento das tarefas geradas pelas regras trabalhistas (mas este é um problema social geral que não atinge só a aviação).

CAPÍTULO 11 Os estudos da tese

É na aviação onde ocorre uma sedução geral do ser humano pela tecnologia e a cada acidente sempre acontece ampla visibilidade e ampla divulgação nas mídias do número de mortos, que é significativo e tem sido cada vez maior, mas oculta as condições do trabalho dos pilotos. Nestas situações em geral estão envolvidos: o piloto, o vôo, o avião e as condições meteorológicas, caracterizando no seu arcabouço e nos limites deste cenário é possível modelar um momento sócio-trabalhista. Buscamos um olhar sistêmico amplo fundamentado na teoria da complexidade e também em sistemas não-lineares amplamente aplicados em situações caóticas, para uma determinada situação crítica ou aleatória de pré-vôo obtendo uma descrição numericamente uma determinada condição momentânea e específica de competência da pilotagem. Analisar uma situação problema para obter elementos de diagnóstico da origem destes problemas não resolvidos e seus condicionantes também foi uma estratégia adotada.

Foi desenvolvido de um método para estabelecer uma nova visão sobre este cenário. A criação de um ábaco para analisar uma situação de vôo levou em conta as condições atmosféricas, o estado do avião, a visibilidade e questões subjetivas relacionadas com os preceitos profissionais e o compromisso profissional. Mediante os dados produzidos foram analisados possíveis correlações utilizando uma expressão polinômial multidimensional gerada por estas citadas variáveis quantificáveis. A correlação apropriada destas variáveis indicaram parâmetros que poderão ser usados para alertar para situações potenciais de perigo, objetivando o desenvolvimento de ações e procedimentos imediatos de segurança. Espera-se

que com esta abordagem os resultados sejam confrontados com o marco teórico validando assim a hipótese formulada

PARTE VI – DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Foi ressaltado como podem ser utilizados os resultados na prática e como podem ser identificadas situações críticas que podem gerar agravos à saúde de profissionais de vôo. Recomendações correlatas aos problemas discutidos, que podem atenuar os agravos respectivos na saúde do piloto, são relatadas no final, nos capítulos 12 e 13.

PARTE V - FINAL

A literatura utilizada como fundamentação para elaboração desta tese estão referenciadas nesta parte do trabalho. Os apêndices e anexos que clarificam o texto estão anexados a esta parte da tese.

Sumário

PARTE I - INÍCIO

Capítulo 1- <u>Introdução</u>	1
1.1 O Preâmbulo	1
1.2 A Problematização	8
1.3 A Justificativa	13
1.4 Os Objetivos	18
1.5 O Método	19
Capítulo 2- <u>Contextualização do problema</u>	27
2.1. Aspectos institucionais mascaram os problemas no transporte aéreo	27
<i>2.1.1 Os construtos sociais e políticos e os fenômenos associados ao ambiente do trabalho</i>	30
2.2 A visão da sociedade contemporânea sobre o piloto	32
<i>2.2.1 O aeronauta e sua inserção em uma sociedade do risco</i>	32
2.3 Breve histórico da aviação	36
<i>2.3.1 A gênese da aviação</i>	36
<i>2.3.2 Surge o avião</i>	39
<i>2.3.3 Os promórdios da Aviação militar no Brasil</i>	42
<i>2.3.4 A Força Aérea Brasileira na segunda grande guerra</i>	44
<i>2.3.5 A aviação nos últimos 50 anos -A aviação pós guerra</i>	44
PARTE II - MARCO TEÓRICO E FUNDAMENTAÇÃO	46
Capítulo 3- <u>A saúde e o trabalho na aviação</u>	46
3.1 A política brasileira de saúde do trabalhador	46
3.2 Uma investigação dos agravos na saúde do aeronauta embarcado e seus modelos de causalidade	53
3.3 Paradigmas de saúde e o trabalhador na aviação	53
<i>3.3.1 Paradigmas de saúde- A Resiliência e o indivíduo</i>	54
<i>3.3.2 O Paradigma biomédico</i>	56

3.3.3 O Paradigma da saúde (promoção da saúde).....	61
3.4 A desordem na saúde dos indivíduos	61
3.4.1 O estresse.....	61
3.4.2 A ansiedade.....	71
3.4.3. A depressão.....	76
3.5 Fenomenologia atmosféricas no vôo de aeronaves e os impactos na saúde:.....	79
3.5.1 A Força da gravidade.....	76
3.5.2 O vôo e a audição.....	90
3.5.3 O vôo e a visão.....	113
3.5.4 Orientação e desorientação espacial durante o voo: Os olhos, os ouvidos, e o corpomo instrumentos de vôo.....	138
3.5.5 Os efeitos da altitude no indivíduo.....	150
3.5.6 Desordens ginecológicas.....	180
3.5.7 Os danos da qualidade inadequada do ar em aviões	192
3.6 - Como se realiza a medicina aplicada na aviação	194
3.6.1 Medicina aeroespacial no Brasil	194
3.6.2 A atuação da Medicina Aeroespacial e os agravo na saúde de aeronautas.....	197
3.6.3 Técnicas de exame e critérios de qualificação.....	199
3.6.4 Os padrões para certificação de pilotos.....	201
Capítulo 4- Aspectos ergonômicos e cognitivos no trabalho do piloto.....	203
4.1 O posto de trabalho do piloto de aeronaves.....	203
4.1.1 Aspectos ergonômicos.....	203
4.2 A teoria da informação, o uso da informática em aeronaves e o processo omunicacional entre seres humanos	217
4.2.1 A estrutura, integridade e uso da informação e as novas interfaces comunicacionai.....	207
4.2.2 Como ocorre uma informação íntegra entre indivíduos.....	221
4.2.3 A lógica computacional aplicada em computadores de bordo e a lógica fuzzy utilizada pela máquina biológica.....	226
4.2.4 Comunicação e coordenação.....	228

Capítulo 5– Características gerais do trabalho do piloto	231
5.1 Características gerais do trabalho do aeronauta e o paradigma trabalhista- A lei 7183/84	231
5.1.1 <i>Os tipos de tripulação e o tripulante extra</i>	234
5.1.2 <i>A viagem e a transferência do aeronauta</i>	237
5.1.3 <i>O regime de trabalho do aeronauta</i>	238
5.1.4 <i>A gravidez- Aspectos legais e trabalhistas</i>	240
5.2 O trabalho prescrito e o trabalho real do piloto de aeronaves	242
5.2.1 <i>A atividade do piloto</i>	242
5.2.2 <i>Descrição da tarefa do piloto</i>	243
PARTE III: UMA ANÁLISE CRÍTICA - O SER HUMANO CONTROLANDO MÁQUINAS COMPLEXAS E OS EFEITOS NA SUA SAÚDE FÍSICA E MENTAL 250	
Capítulo 6- A saúde dos pilotos	250
6.1 Estudo sistêmico do trabalho do aeronauta no meio econômico-técnico-social no Brasil	250
6.1.1 <i>Aspectos institucionais mascaram os problemas no meio de transporte aéreo</i>	251
6.1.2 <i>Os construtos sociais e políticos e os fenômenos associados ao ambiente do trabalho</i>	252
6.2 As implicações das desordem física e mental mais comuns nos aeronautas	254
6.2.1 <i>Aspectos psicológicos</i>	255
6.2.2 <i>A desordem mental</i>	256
6.2.3 <i>Desordens na saúde física-emocional do aeronauta piloto de aeronaves</i>	261
6.2.4 <i>Condições de trabalho e de saúde dos pilotos</i>	269
6.3 A medicina aplicada à aviação falhando para detectar patologias que comprometem o voo – A medicina sob suspeita	276
Capítulo 7 – A aviação moderna, suas implicações na saúde dos pilotos	280
7.1 O cenário da aviação moderna	280
7.1.1 <i>O avanço tecnológico da aviação</i>	281
7.2 Falhas na interação homem-máquina complexa	285
7.2.1 <i>Categorização dos problemas de interface</i>	285

7.2.2 O sistema não centrado no usuário como uma armadilha fatal.....	287
7.3 Os Riscos tecnológicos.....	288
7.3.1 O Cockpit “de vidro” ('Glass Cockpit').....	289
7.3.2 O cenário tecnológico e o impacto da automação no comportamento do piloto.....	303
7.3.3 O funcionamento previsto para ser exercido por dois componentes, o ser humano e o computador no controle das aeronaves automatizadas–Como atua cada componente.....	306
7.3.4 O avião se defendendo dos erros dos pilotos. O processo sistêmico está equilibrado e operacionalmente à prova de falhas?	311
7.3.5 Conceitos científicos da carga e sobrecarga cognitiva nos pilotos	314
7.4 A comunicação e a linguagem- fontes de falhas humanas no trabalho e causalidades de acidentes prevalentes na aviação.....	316
7.4.1 O diálogo humano e o eletrônico – Um protocolo integrante do processo de voo	316
7.5 A realidade do cenário da aviação e a incompatibilidade entre as supostas potencialidades do avião e o ambiente de operações interno e externo à aeronave. Um importante desafio a ser resolvido.....	325
7.5.1 Dispositivos de controle- roldanas de ajuste.....	329
7.5.2 O manche – Sidestick versus convencional tipo coluna.....	330
7.5.3 O sistema de treinamento não atende às exigências da automação.....	333
Capítulo 8 – <u>Uma abordagem sobre os riscos, a vulnerabilidade do voo moderno e os acidentes</u>	334
8.1 O histórico e tipologia dos acidentes aéreos na segunda metade do século XX	334
8.1.1 Fatores contribuintes para acidentes com aeronaves.....	334
8.1.2 Aspectos jurídicos nos acidentes aeronáuticos.....	348
8.2 Os modelos clássicos de análise de acidentes aéreos– a imputabilidade dos pilotos..	359
8.2.1 A culpabilidade de acidentes com aeronaves sob a ótica jurídica.....	359
8.2.2 Os modelos tradicionais de análise de acidentes.....	360
8.2.3 A seqüência da causalidade dos acidentes sob a perspectiva do erro humano.....	363
8.2.4 Os modelos clássicos de análise de acidentes aéreos– a imputabilidade.....	364
8.2.5 Modelagem e origens de acidentes-comportamento, compreensão, reação e risco.....	369
8.2.6 A sobrecarga cognitiva agindo na construção de acidentes.....	377

8.2.7 Falhas no posto de trabalho- O computador defendendo a aeronave.....	382
8.2.8 Os acidentes transcendem as falhas dos pilotos.....	388
Capítulo 9 – <u>Uma análise mais ampla sobre acidentes com aeronaves</u>.....	392
9.1- A reinvenção do erro humano - Uma abordagem mais verdadeira para a análise de acidentes com aeronaves.....	392
9.1.1 Um novo foco para avaliar o erro humano.....	395
PARTE IV – DISCUSSÃO SOBRE O MÉTODO	414
Capítulo 10- <u>teoria dos sistemas estudados em situações complexas– O método</u>.....	414
10.1 A quebra dos paradigmas-As rupturas epistemológicas no campo das ciências humanas.....	414
10.2 Um novo olhar- A Teoria dos sistemas complexos.....	420
10.2.1 A Teoria do caos.....	423
10.2.2 A Somatória do erro e a incerteza dos sistemas rígidos.....	424
10.2.3 Descritores dos sistemas complexos e dinâmicos.....	425
10.2.4 Características de sistemas sociais complexos não lineares.....	426
10.3 As bases para construção do modelo a ser usado.....	431
10.3.1 Um modelo complexo e suas características nas ciências exatas e humanas.....	432
10.4 O desenvolvimento e a construção do modelo a ser usado.....	433
10.4.1 O enquadramento dos sub-componentes no modelo.....	438
10.4.2 Os componentes do MCA (Modelo Complexo da Aviação).....	439
10.4.3 Obtenção dos sub-componentes parâmetros para análise.....	442
<u>10.5 A operacionalização da pesquisa</u>.....	445
10.5.1 A construção- uma representação polinomial das Semi-esferas.....	445
10.5.2 A construção de um algoritmo taxonômico e os descritivos de seus componentes.....	448
10.5.3 Uma maneira mais ampla de investigação de causalidades e para classificar as falhas e erros nas investigações de acidentes na aviação.....	458
10.5.4 Sistema de apoio computadorizado– Aviation DataBase: Uma ferramenta de prospecção.....	473
PARTE V - A APLICAÇÃO DO MÉTODO E OS ESTUDOS DA TESE.....	478
Capítulo 11 – <u>Os estudos da tese</u>.....	478

11.1	Análise dos resultados da pesquisa e a forma de apresentação dos resultados.....	479
11.2	Estudo 1- ocorrências no cockpit nos acidentes e incidentes.....	483
11.3	Estudo 2- ocorrências no cockpit nos acidentes e incidentes.....	492
11.4	Estudo 3- os vetores saúde e trabalho e a participação do piloto nos acidentes e incidentes.....	495
11.5	Estudo 4- fatores ergonômicos existentes nos acidentes e incidentes.....	501
11.6	Estudo 5- causalidades dos acidentes e incidentes	508
11.7	Estudo 6- indícios de uma cadeia de falhas erros presentes nos acidentes e Incidentes.....	513
	PARTE VI – DISCUSSÃO E CONCLUSÕES.....	517
	Capítulo 12– <u>Discussão</u>	517
12.1	A Aeromedicina é uma ciência fundamental mas incipiente na aviação	518
12.2	Grupo 1- culpabilidade	520
12.3	Grupo 2- prevalência da falhas.....	520
12.4	Grupo 3- influência do trabalho e da saúde.....	523
12.5	A construção e desconstrução dos padrões da mente do piloto.....	525
12.6	Os Problemas na operação Humano-Computador-A automação e as razões da falência dos padrões: O piloto pode falhar.....	527
12.7	O computador pode agir errado se não for programado adequadamente.....	528
12.8	Incompatibilidades operacionais crescentes no ambiente de tráfego causadas pelas novas tecnologias na aviação.....	533
12.9	Aspectos do instrumento de trabalho que causam agravos na saúde do piloto.....	534
12.10	Espaço, organização dos assentos e acessibilidade em aeronaves - um eterno problema ergonômico.....	536
12.11	A saúde em risco – A falta de preocupação com aspectos antropométricos e biomecânicos	538
	Capítulo 13 – <u>Conclusões e recomendações</u>	539
13.1	O construto da melhoria da saúde e proteção social aos vôos com risco de acidente	539
13.2	O paradigma de promoção à saúde e a resiliência como processos de superação de	

problemas.....	541
13.3 Treinamento dos pilotos como fator preponderante para entendimento da moderna automação.....	541
13.4 Um novo formato na operacionalização das tarefas e adoção de uma postura mais pró-ativa em relação à saúde.....	544
13.5 Aspectos cognitivos de <i>checklists</i> automatizados ou <i>checklists</i> tradicionais. – o dilema da escolha, na prática, em aeronaves modernas.....1.....	545
13.6 Os cuidados, os desafios e em monitorar a sustentação, a capacidade e a capacitação do piloto.....	519
13.7 Grupo de recomendações técnicas que podem salvar vidas (Rt's).....	520
<u>Referências</u>.....	554
<u>Apêndices</u>.....	603
Apêndice A- Roteiro e formulário da pesquisa qualitativa- formulário de entrevista.....	604
Apêndice B- O sistema Aviation Database - Descritivos do sistema.....	606
Apêndice C- Endereços na INTERNET consultados.....	611
Apêndice D– Bibliografia Complementar.....	614
Apêndice E– Principais reportes produzidos pelo sistema Aviation Database.....	626

PARTE I - INÍCIO

Capítulo 1- Introdução

Os aspectos da saúde dos profissionais de vôo estão presentes, porém sem nenhuma ênfase, nos relatórios oficiais dos órgãos de investigação de acidentes de aviação em todo o mundo desde os seus primórdios. Apenas na década de oitenta a Federal Aviation Administration (1987) registrou em seus relatos sobre resultados de investigação com aeronaves, problemas de saúde de pilotos como fator causal. Problemas relacionados com fadiga, estresse, problemas fisiológicos e psicossociais correspondem a 46 % dos fatores causais envolvidos nos acidentes com aeronaves (MARTINS, 2006).

Com base nos principais relatos emitidos pelas principais entidades responsáveis por investigação e prevenção de acidentes do mundo podemos afirmar que é preciso analisar aspectos relacionados às origens destes eventos se devem às falhas de projeto e de manutenção, à falta de capacitação continuada, a turnos de trabalho mal planejados, à má comunicação das torres de controle, às informações erradas ou desatualizadas de cartas de navegação, à falhas dos outros pilotos, a suas próprias deficiências e a outros condicionantes

1.1 O Preâmbulo

Os registros oficiais de acidentes de modo geral apontam para o ser humano como responsável em cerca de oitenta por cento. Não consideram que o piloto recebe para operar um artefato cujo projeto de fabricação provavelmente ele não opinou. Ele agora é o responsável por mantê-la no ar, com segurança. O avião pesa 50.000 quilos ou mais e transporta, cinco toneladas de combustível altamente inflamável com cerca de duzentos passageiros a bordo. Esta máquina complexa exige perfeitas condições para seu funcionamento. A história da aviação mostra que estes equipamentos apresentam e continuarão apresentando defeitos. A busca da perfeição técnica e operacional da aeronave inclui o piloto, que no final, é quem está sempre dentro da aeronave e paga muitas vezes, é a própria vida quando ocorrem problemas operacionais.

Sabe que estes profissionais recebem treinamentos periódicos, tem escolaridade elevada e capacitação técnica de alto nível, no entanto a capacitação surge frequentemente como um

problema, segundo os relatos oficiais de acidentes. Muitos problemas estão relacionados à operacionalização do aprendizado que pode estar influenciando a redução de sua capacidade cognitiva, tornando-o, na prática, relativamente incapaz de exercer sua atividade com efetividade e segurança (AUSUBEL, 1982).

As análises destas fatalidades apresentadas pelos principais órgãos internacionais¹ encarregados de investigação de acidentes apresentam também falhas no treinamento e comunicação, nos novos sistemas de proteção de fogo, e nos critérios referenciais para classificação de erros pelos órgãos encarregados de investigação de acidentes aéreos. Pode-se ainda enfatizar insuficiência técnica na investigação de acidentes e lacunas importantes nos critérios de homologação de aeronaves de treinamento básico. As conclusões primárias apontam para a construção de problemas de saúde e a incapacitação dos pilotos principalmente nos vôos noturnos ou sem visibilidade que são fomentados pelos problemas produzidos pela desinformação agravando a saúde desses trabalhadores com impacto em uma grande massa de pessoas transportadas pelas grandes aeronaves que nos leva a considerar este quadro como um problema de saúde pública.

O cenário dos estudos da profissão do piloto

Várias teses tem tratado de assuntos relacionados com a atividade dos pilotos inclusive relacionadas com a saúde mas poucas se referem à participação e às implicações do papel dos pilotos nos acidentes na aviação. Tão pouco tratam as vulnerabilidades institucionais no cenário jurídico-trabalhista dando por concluído a análise do problema sem estas considerações. É necessário ter em vista que um aprofundamento destes temas arrolando com muita agregação e coerência, muitos campos do saber e disciplinas pertinentes a várias ciências é uma maneira mais ampla de realizar estudos para este complexo tema. Estarão aí incluídos todos os assuntos de pilotagem, a perspectiva e estabilidade mental dos indivíduos inseridos neste cenário e as tecnologias aplicadas às aeronaves na área da ergonomia e da tecnologia da informação que permeia a comunicação entre indivíduos, as regras trabalhistas e legais que se mesclam e às condições biopsíquicas e que ao final ficam reduzidas a um monolítico resultado econômico-social².

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

² “Eu sou pluralista..Quando se fala da psiquiatria, da medicina, da gramática, da biologia, da economia, de que se fala? Que são estas curiosas unidades que se acredita poder reconhecer ao primeiro olhar, mas em relação às quais ficaríamos bem embaraçados para definir os limites?.. Unidades que se mantêm.

Herculano (2000) discute esta abordagem sobre diversas áreas de procedência e nos faz pensar um regime de colaboração e de socialização de chaves conceituais, dados e informações para o melhor entendimento de uma realidade complexa e da melhor forma de como nela intervir adotando uma abordagem transdisciplinar.

Procuramos adotar elementos de um paradigma da complexidade (MORIN, 1990), em contraposição ao da simplificação. Este último entendido como “um conjunto de princípios de inteligibilidade próprios da cientificidade clássica e que, ligados uns aos outros, produzem uma concepção simplificadora do universo físico, biológico, antropossocial” migrando para “*O paradigma da complexidade* - conjunto de princípios de inteligibilidade que, ligados uns aos outros, poderiam determinar as condições de uma visão complexa do universo físico, biológico, antropossocial” (MORIN, 2002). Este olhar foi adotado na tentativa de construção da interdisciplinaridade. Estes saberes não teriam sido contemplados de forma relacional e interdisciplinar, até então, nos trabalhos acadêmicos realizados pelo meio científico, pertinentes à aviação. Minha experiência como piloto, os conhecimentos de construção de aeronaves, o estudo para obtenção do grau de Mestre e a produção científica e acadêmica feitas nesta área da aviação me estimularam e me forneceram subsídios para o enfrentamento deste desafio acadêmico.

As Ciências classificam quatro formas possíveis de aprendizado e apreensão do mundo para proceder uma explicação sobre ele (CHAUI, 1995):

- a - **O conhecimento popular ou senso comum** está baseado na experiência concreta e imediata das nossas vidas particulares e na sua transmissão uns aos outros e às demais gerações através da cultura popular³.
- b - **O mágico-religioso** é segunda forma do conhecimento humano. Sua lógica explicativa se baseia no dogma, que se acredita por razão de fé. Os pensadores positivistas do século XIX dizem que o estágio teológico é tido como uma das fases anteriores e inferiores das sociedades e do conhecimento.

obstinadamente depois de tantos erros, tantas novidades, tantas metamorfoses, que sofrem às vezes mutações tão radicais que se teria dificuldade em considerá-las como idênticas a elas mesmas” (FOUCAUL, 1972).

³ *Marilena Chauí, filósofa da USP, destaca entre as finalidades da religião a busca de orientação contra o medo que temos da natureza, buscando forças benéficas contrapostas às forças malélicas e destruidoras, além de, através da religião, construirmos explicações para a origem, forma, vida e morte de todos os seres e dos próprios humanos (HERCULANO, 2004). O conhecimento mítico-religioso ora é criticado por ter a ver com o fabuloso, com o imaginário, com as invencionices e ilusões, ora é celebrado como algo arquetípico, que remonta ao inconsciente coletivo, algo místico e que, curiosamente, continua presente na liturgia do conhecimento científico.*

- c- **O conhecimento filosófico, reflexivo** - pode ser entendido como um conhecimento contemplativo, lógico, que duvida e que especula sobre as essências e as causas últimas, tendo por principais objetos de reflexão a própria construção do conhecimento - uma epistemologia - e uma ética, ou teoria da ação moral⁴.
- d- **O conhecimento científico moderno**- embora teórico, conceitual e sistemático como o filosófico, é factual, empírico, experimental, verificável e pretende ser neutro nos seus valores. A ciência moderna aproxima-se daquilo que Aristóteles chamou de filosofia ativa ou ciências práticas, definindo-as como sendo o tipo de conhecimento do qual decorre uma ação útil, isto é, que incide sobre algo sobre o qual podemos deliberar e influenciar com as nossas ações⁵.

O Positivismo busca aplicar os métodos das ciências naturais às sociais. Neste sentido, é renunciada a busca das causas e das essências dos fenômenos, que seriam indagações filosóficas, e estuda as relações entre estes para encontrar as leis de regularidade que os determinam. O sentido do conhecimento na perspectiva positivista é tornar o mundo previsível - saber para prever, prever para prover (*Francis Bacon-"saber é poder"*)⁶.

O meio técnico-científico da ciência moderna não busca razões sócio-humanistas no desenvolvimentotecnológico. O cenário institucional-empresarial, segundo Martino (2002), se traduz em nove objetivos que dão sentido à ciência moderna:

- a. Maximizar o ganho advindo de eventos externos à organização;
- b. Maximizar o ganho advindo de eventos que resultam de ações tomadas pela organização;

⁴ Para Aristóteles em 384 a.C., a filosofia, com este cunho teórico-especulativo, refletia sobre a *physis* (o mundo), produzindo um conhecimento - *sophía* - que hoje estaria próximo à teologia, à psicologia e à física. Seria, ainda segundo Aristóteles, algo diferente das ciências práticas, ou filosofia ativa, que produzem não a sabedoria - *sophía* - mas o discernimento - *phronésis*. Herculano (2004) cita que dos anos 70 para cá o interesse pela Filosofia renasce, coincidindo com a sensação crescente de nos sentirmos ameaçados pela ciência e pela tecnologia contemporâneas nas quais depositávamos tanta confiança e discutindo, sobretudo, como reintegrar Ética e Ciência, que a neutralidade positivista apartara.

⁵ Segundo Aristóteles, não deliberamos sobre fins, mas sobre meios. Assim, pode-se dizer que, enquanto a filosofia faz exercícios lógicos tentando responder ao *por que*, a ciência se resigna a não atingir ao conhecimento das causas finais, limitando-se a tentar responder ao *como*, ou, segundo os positivistas, a estudar as relações entre fenômenos. (HERCULANO, 2004).

⁶ Todos os fenômenos estão sujeitos a leis invariáveis, cuja descoberta precisa e cuja redução ao menor número possível constituem o objeto dos nossos esforços.

- c. Minimizar a perda associada a eventos incontroláveis externos à organização;
- d. Compensar ações de organizações competidoras hostis;
- e. Projetar a demanda por produção e/ou controle de estoque;
- f. Projetar a demanda por unidades fabris e planejamento de capital;
- g. rojetar a demanda para assegurar a mão-de-obra adequada;
- h. Desenvolver planos administrativos e políticas internas para uma organização;
- i. Desenvolver políticas que afetam pessoas que não fazem parte da organização.

No entanto, estratégias defensivas coletivas e individuais são desenvolvidas para enfrentamentos perigosos e riscos tecnológicos. Há uma dimensão, relacionada com os fatores de proteção: a experiência. O indivíduo tem uma seqüência de experiências de vida, o que obviamente deve ser levada em consideração na avaliação de suas capacidades de resiliência⁷ e de resistência física e emocional. Portanto, a base para uma maturidade socialmente estável já existe e tem de ser considerada na construção do contexto profissional. Os jovens encaminham-se para a idade adulta através de várias arenas sociais: a família (pais, irmãos e a família ampliada), o contexto social e geográfico, o contexto cultural e histórico, os sistemas educacionais (pré-escola e escola), sistemas de relacionamento com seus pares e ambientes de trabalho.

À medida que estes operadores são conectados em suas estruturas, o indivíduo aumenta a sensação de coerência da vida. O tempo histórico de cada experiência precisa ser considerada em função de sua estrutura. Esta abordagem é importante para se tratar diferentes contextos culturais em diferentes épocas. Se alcançar metas na vida é uma questão de desenvolver competência e um novo repertório, então é importante entender que uma competência que podia ser aplicada ontem talvez não seja funcional hoje. Com isso queremos sublinhar o fato de que a arena pós-moderna caracteriza-se por mudanças rápidas e turbulência, onde muitas

⁷ Segundo Lindström (2005) o significado de resiliência nos conceitos centrais dentro da psicologia são fazer frente às dificuldades e descrevem os mecanismos que permitem às pessoas comportar-se ou desenvolver-se normalmente sob condições adversas.

das estruturas e funções tradicionais das instituições sociais sofreram uma ruptura e estão se transformando (por exemplo: a família, as responsabilidades e pressões profissionais e do trabalho). Além disso, os valores e as estruturas tornaram-se menos coerentes, e novos jogadores entram na arena, como os sistemas de mercado, meios de comunicação e a nova tecnologia informatizada. Isto significa que também devemos olhar a influência de modelos mais flexíveis de comportamento. É por isso que o modelo de promoção à saúde tem força – porque não lida apenas com o desenvolvimento, nem com estruturas específicas, nem com fatores de proteção. Tanto o raciocínio de Rutter (1987) quanto o de Antonovsky (1978) apontam para um fator de relatividade, isto é, fatores de proteção podem muito bem ser fatores de risco e vice-versa, e fica muito difícil fazer-se uma estimativa de estabilidade física, emocional e mental em uma perspectiva de uma vida inteira.

A promoção à saúde⁸ lida com conceitos funcionais, isto é, como as pessoas concebem sua realidade, o que dá às pessoas sentido e significado para a vida, e como as pessoas manejam a vida e acabam por ser capazes de criar uma coerência e fazer com que a realidade tenha um sentido (ANTONOVSKY, 1987).

Entretanto, Lindström (2005) reforça que devemos também lembrar que tanto os modelos de resiliência quanto os modelos salutogênicos são "kits de sobrevivência". Mas estes componentes não produzem profissionais melhores. Produzem indivíduos mais capazes de lidar com condições de vida difíceis. E prossegue, numa crítica a esses modelos, entendendo que o indivíduo muito resiliente ou o indivíduo com um alto senso de coerência são pessoas que eventualmente não têm necessariamente nenhum interesse em conceitos como humanidade, empatia ou solidariedade. Muitos modelos de características emocionais e profissionais dos indivíduos enfocam principalmente indivíduos fortes e grupos fortes, e mesmo nações fortes, que são capazes de encontrar maneiras de sobreviver melhor que os outros. Nas sociedades ocidentais contemporâneas, motivadas por valores extremamente individualistas, há um risco de que essa linha de pensamento possa nos levar a retroceder para a arena de Darwin, para a "sobrevivência do mais capazes", um argumento usado pela Alemanha nazista do século passado. Temos obrigação de considerar a ética dessa questão dentro de uma perspectiva humanista do desenvolvimento humano e da saúde pública.

⁸ Saudável - *Acentuando as origens da saúde do bem-estar, Antonovsky(1978) cunha por salutogênese (do latim salus = saúde; e do grego: genesis= origens) a emergência de um novo paradigma (ANTONOVSKY, 1979). Ressaltamos que não é adotado na semântica médica e sanitária do Brasil. Em português, os estudos que focam esta compreensão foram desenvolvidos por Luís Saboga Nunes, docente na Escola Nacional de Saúde Pública da Universidade Nova de Lisboa, que validou para português o instrumento que operacionaliza o conceito sentido de coerência, considerado como um dos recursos fundamentais que estão na origem da saúde e do bem estar.*

Lindström (2005) enfatiza que é necessário levar em consideração também equidade, ambientes humanos sustentáveis e equilíbrio ecológico, em vez de sobrevivência de indivíduos fortes e competitivos. Seria muito mais significativo e importante para o coletivo, criar sociedades e condições de vida em que não precisássemos de profissionais absolutamente resilientes ou de pessoas com um alto senso de coerência. Por outro lado, devemos lembrar que, o conhecimento adquirido com as pesquisas sobre resiliência, pode ser usado para entender, prevenir e melhorar a saúde dos aeronautas pilotos de aeronaves altamente automatizadas, uma vez que busca-se superar as vulnerabilidades de diferentes maneiras. Se apontarmos para o posto de trabalho dos pilotos de aeronaves sob o olhar da saúde do trabalhador, trazemos em seu arcabouço, elementos sócio-biológicos que são invariavelmente somados aos componentes formais informacionais vinculados ao processo de capacitação para pilotar estes artefatos complexos destinados ao transporte de pessoas e carga.

Verificamos, de início, um pesado ônus que se materializa na presunção de que há quase sempre um culpado na responsabilidade por acidentes aeronáuticos: O piloto. Sempre foi um pensamento comum na aviação que a avaliação periódica das condições físicas destes profissionais 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 vigilância de saúde.

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 conseqüências indesejadas como mortes trágicas.

1.2 A Problematização

A prospectiva tecnológica tem por função central prover informações específicas para o tomador de decisão ou elaborador de políticas realizar melhor o trabalho de planejamento tecnológico. Mas não inclui nenhuma perspectiva que vise o bem estar-social dos trabalhadores neste conjunto de motivações. Uma medida de antecipação de problemas pode ser determinada pela importância progressiva dada ao aumento da capacidade de prevenir o imprevisível na luta dos pesquisadores em ciencias humanas e sociais para avaliar os rumos futuros do comportamento humano a partir de elementos contextuais. Estes podem gerar expectativas otimistas relacionadas à viabilização de modelos de prevenção mais confiáveis e de modelos de intervenção mais apropriados e que tenham um grau de precisão e de pragmatismo, que permitam visualizar possíveis mudanças de rumos ou desvios de comportamento atrelados diretamente à degeneração da saúde dos trabalhadores. A busca de uma interação humana para que seja mais adaptativa e integrativa com mecanismos de correção de rumos previstos e determinados é fundamental na aviação, quer no sentido pessoal, profissional ou em relação ao seu mundo familiar. As linhas de pesquisa vem incansavelmente alternando-se entre modelos explicativos e compreensivos dessa relação do homem com a profissão e com o seu meio social.

Morre-se mais de situações associadas ao trabalho nas classes de trabalhadores assalariados do que nas de profissionais liberais, assim como são variadas as proporções de acidentes do trabalho nas diversas sociedades segundo Wooding et al. (1999). Se afirmarmos que o grau de prevalência de acidentes e doenças do trabalho é mais um indicador de desigualdade social e cultural e, portanto, de injustiça, poderíamos dizer que a “saúde do trabalhador” é um problema público⁹, exigindo ações mediadoras e reguladoras do Estado. A literatura sobre a estabilidade emocional e as condições de saúde do piloto de aeronaves busca encontrar os fatores e condições que capacitam os profissionais a exercerem suas atividades e se desenvolverem normalmente apesar de condições profissionais muitas vezes, adversas. Há uma perspectiva biológica bastante forte na literatura científica que trata dos aspectos ergonômicos e fisiológicos destes indivíduos em geral, muitas vezes considerando-os apenas como componentes, às vezes redundantes, dentro da grande complexidade traduzida pela aviação moderna. É desta maneira que o valor do trabalhador, como um grupo social

⁹ no sentido proposto por John Dewey (1991) no periódico *The public and its problems.*:

permanente dentro da sociedade, fica negligenciado. Nas pesquisas sobre a saúde do piloto há três perspectivas principais que vêm sendo investigadas, apontando melhorias no desenvolvimento da estabilidade emocional do piloto de avião:

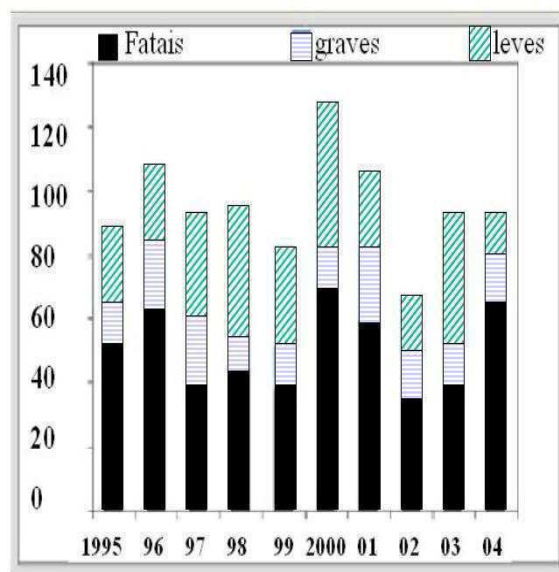
- a. Os condicionantes genética, idade, fase do desenvolvimento, gênero, constituição, experiência de vida e histórico de vida relacionados com o indivíduo
- b. O contexto de suporte social, classe social, cultura, ambiente.
- c. A quantidade e qualidade da vida- desejável, controlável, magnitude, *clusters*, duração no tempo e efeitos a longo prazo.

A Aviação traz em seu arcabouço histórico, problemas sócio-ambientais relevantes da atualidade, fazendo aflorar os limites da ciência normal, pois possuem um elevado nível de complexidade e alto grau de incertezas. Estão aí inseridos fatores econômico-tecnológicos sob a erige da disputa de valores que mascaram prioridades humano-sociais. A abordagem necessária para analisar este problema precisa priorizar seus aspectos essenciais, os quais envolverão múltiplas dimensões nos campos da ciência tanto sob o foco quantitativos quanto qualitativos. A seleção de conhecimento deve passar por um espectro de saberes para construir uma abordagem amplamente integradora e contextualizada, que propicie o enlace entre várias áreas de conhecimento que permitem, desta forma, apontar para o cenário sócio-trabalhista que possibilita o reconhecimento das incertezas considerando e explicitando os valores humanos em jogo onde é necessário pensar em uma ciência ética e transdisciplinar¹⁰ que reconheça e enfrente a complexidade o que é carregado por seu arcabouço e que também promova a participação legítima de todos os envolvidos através de uma comunidade ampliada de pares (KUNH, 1962).

Se apontarmos para o posto de trabalho dos pilotos de aeronaves sob o olhar da saúde do trabalhador, trazemos elementos sócio-biológicos que são invariavelmente somados aos componentes formais e informacionais vinculados ao processo de capacitação para pilotar estes artefatos complexos destinados ao transporte de pessoas e carga. A ideologia da culpabilização que é imposta ao profissional, quando acontece um acidente.

¹⁰ Denominada por KUNH et al. (1962) em *The Structure of Scientific Revolutions*.

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. 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 que permitem a segurança de vôo 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 atingindo diretamente a saúde dos pilotos. E assim, ante as várias expectativas que a estatística sugere, a prevenção de acidentes cada vez mais se esmera em indicar caminhos que reduzam, estes índices, no futuro. Podemos constatar na figura 1-a que apesar de toda tecnologia, os índices de feridos em acidentes tem sido mantido significativamente próximos desde 1995. Na figura 1-b vemos que os índices de acidentes com fatalidades na região compreendida pela América do Sul e Central é cerca de onze vezes o índice nos Estados Unidos. É apresentado à esquerda, acidentes por milhão de horas voadas e à direita, acidentes por cada milhão de decolagens.



Acidentes por região

	ACIDENTES: MILHÃO DE HORAS VOADAS	ACIDENTES: MILHÃO DE DECOLAGENS
Estados Unidos e Canadá	1,81	2,43
Américas do sul e central	5,41	6,72
Europa, Rússia e leste europeu	1,67	3,41
África e Oriente médio	8,54	19,02
Ásia e Pacífico	1,71	3,94

Acidentes fatais por região do mundo

	FATAIS: MILHÃO DE HORAS VOADAS	FATAIS: MILHÃO DE DECOLAGENS
Estados Unidos e Canadá	0,13	0,15
Américas do sul e central	1,35	2,38
Europa, Rússia e leste europeu	0,29	0,60
África e Oriente médio	1,01	2,23
Ásia e Pacífico	0,26	0,61

Figura 1a -Número de feridos em acidentes aéreos 1995-2004 e Figura 1b- Índices de acidentes e de acidentes fatais nas diversas partes do mundo de 1995 a 2004.

Fonte: National Transport Safety Board (2008)

A tradição de “culpabilizar as vítimas” na apuração de responsabilidades tem sido alertado enfaticamente por Douglas (1985) relacionando este fato com a insuficiência de ação do Estado, no caso brasileiro. A alocação de responsabilidade freqüentemente tratada pela medicina do trabalho certamente contribui de forma relevante para esse problema, atestando e endossando este posicionamento hegemônico.

Vilela (2004) reforça que, a despeito de todas as evidências de condições, a predominância do enfoque que culpabiliza as vítimas por seus “atos inseguros”, muitas vezes, também é sustentada por agentes públicos, perpetuando-se assim a impunidade dos, de fato, responsáveis pelos acidentes de trabalho e sua injustiça social. Este reducionismo simplifica as investigações culpando a vítima e configurando um modelo para perpetuar a impunidade dos verdadeiros geradores dos acidentes do trabalho (MENDES et al., 2006). Como questionar então, com este cenário, a responsabilidade das organizações e instituições públicas que favorecem o controle e a coerção social sobre os trabalhadores (DOUGLAS, 1985)¹¹.

Jackson et al. (2007) nos estudos de acidentes e sua prevenção declaram que o grande número de acidentes do trabalho é um grave problema social em nosso país. Os estudiosos do tema têm criticado fortemente as conclusões de várias análises de acidentes conduzidas no âmbito de empresas e em algumas instâncias governamentais, suas concepções teóricas e metodológicas que lhes dão suporte. É necessário incrementar a amplitude dessas críticas, lembrando que se destaca, entre outras, é muito pequeno o número de questões apontadas como envolvidas nas origens de acidentes. Na maioria das situações, os elementos identificados como mais importantes nas conclusões dessas “análises” se referem a comportamentos de trabalhadores, em especial, ações ou omissões situadas pouco antes do desfecho do acidente.

Esses comportamentos costumam ser descritos e discutidos com o uso de categorias como atos e condições inseguros ou fora de padrão, falhas humanas ou técnicas ou outras abordagens de formato dicotômico que adotam como pressuposto a idéia de existência de um jeito certo, ou seguro, de realizar aquela ação que seria previamente conhecido do operador envolvido e que, na situação do acidente, teria deixado de ser usado como resultado de uma escolha consciente, originada em aspectos do próprio indivíduo, quiçá, de sua personalidade descuidada, indisciplinada ou equivalente.

Na aviação, os acidentes de trabalho certamente ocorrem, mas é preciso ampliar nas

¹¹ Este autor ainda opina que este quadro é agravado pelo “enfraquecimento e pouca capacidade de pressão dos movimentos sociais e dos trabalhadores”.

análises oficiais, suas origens que se devem também às falhas de projeto, erros de manutenção, à falta de capacitação, que freqüentemente é negada ou insuficiente aos pilotos das modernas aeronaves, a turnos de trabalho mal planejados onde seu ciclo circadiano é desconsiderado, 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. Nesta tese questionamos a culpabilização dos pilotos nos resultados das investigações de acidentes com aeronaves e tem o propósito estabelecer um olhar mais amplo e sistêmico para as análises de acidentes com aeronaves, ampliar as origens causalidades, discutir o reducionismo dos critérios oficiais dos principais órgãos internacionais e nacionais de investigação como o NTSB- National Transport Safety Board dos Estados Unidos da América, a CAA- Civil Aviation Authority (CAA) da Nova Zelândia, o TSB- Transport Security Board do Canadá, o CENIPA- Centro Nacional de Investigação e Prevenção de Acidentes do Brasil, A DAC- Diretoria de Aeronáutica Civil, atual Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) do Brasil e a FAA- Federal Aviation Administration dos Estados Unidos da América. Este trabalho estudará vários outros indícios de problemas não enfatizados nos critérios adotados por aquelas entidades, tais como aspectos ergonômicos e problemas de origem física, emocional e mórbida. que podem ter conduzido ou contribuído para ocorrência de acidentes e incidentes com aeronaves.

Os condicionantes externos como problemas familiares, financeiros, emocionais, sociais (morte de companheiros de profissão) precisam ser inseridos em uma visão sistêmica das condições de trabalho dos pilotos. Não é possível mais tratar estes últimos condicionantes nas análises como fatores excludentes do processo saúde-doença quando se pensa no trabalho do piloto de avião. De acordo com as conclusões atualmente publicadas, os acidentes também são vistos como fenômenos individuais ou, no máximo, restritos a um dos componentes do sistema envolvido na atividade desenvolvida, alvo das recomendações de prevenção. O contexto sócio-cultural-trabalhista em que ocorre um acidente, nos dias de hoje, enquanto entendida como um contexto sistêmico, é diagnosticada como “sem problemas”. O acidente deixa de ser compreendido como sinal de disfunção sistêmica ou como revelador, seja de situações com potencial de risco, seja como fonte de aprendizado organizacional e caminhos para aperfeiçoamento desse sistema¹².

¹² REASON, 1997.

1.3 Justificativa

O fator humano é considerado onexo 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 falhar na execução de suas tarefas acontece, conforme apontam todos os relatórios estatísticos dos principais órgãos de investigação de acidentes. Estes reportes apresentam o piloto como o maior componente individual ou combinado das causalidades dos acidentes na aviação em mais de 80% dos acidentes de avião¹³.

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 esta recorrência 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 e supostamente “imunes” às falhas humanas. Certos aspectos físicos da estação de trabalho do piloto se agregam como ingredientes básicos na determinação de acidentes, segundo os estudos de cientistas (ergonomistas, médicos do trabalho e outros) que tratam o posto de trabalho destes profissionais. Em outras palavras, a Interface Humano-Máquina. Paradoxalmente com a automação, as causas de acidentes imputadas a falhas humanas cresceram substancialmente. Os equipamentos se tornaram mais “seguros” e as falhas dos equipamento ocorrem “muito raramente”. Segundo os fabricantes e as Instituições ligadas à aviação em geral, quando ocorre um acidente, a primeira suspeita recai sobre o piloto, uma vez que há a crença que o equipamento automatizado não falha.

O vôo Korean Airlines, conhecido também como KAL 007 ou KE007, era realizado por um avião civil coreano que foi derrubado por jatos interceptadores nes 007 soviéticos em primeiro de setembro de 1983 ao oeste da ilha de Sakhalin. Os 269 passageiros e tripulantes, incluindo o congressista norte-americano Lawrence McDonald, estavam a bordo do vôo KAL 007 pereceram segundo os registros oficiais de acidentes do ICAO (International Civil Aviation Organization). Neste reporte está registrado que “os pilotos do Boeing 747 ficaram

¹³ *Estatísticas da National Transport Safety Board dos Estados Unidos da América, da Civil Aviation Authority (CAA) da Nova Zelândia, do Transport Security Board (TSB) do Canadá e do Centro Nacional de Investigação e Prevenção de Acidentes do Brasil.*

incapazes de controlar a aeronave” após ter a cauda destruída por caças soviéticos (ICAO, 1993)¹⁴.

Nenhum ser vivo nem alguma máquina controlaria esta aeronave sem a cauda. Apesar da total impossibilidade operativa dos pilotos, o fator humano foi incluído como componente causal neste acidente. A figura 2 apresenta o Boeing 747 da Korean Airlines que foi derrubado por caças soviéticos e o Sukhoj Su-15 que o executou.

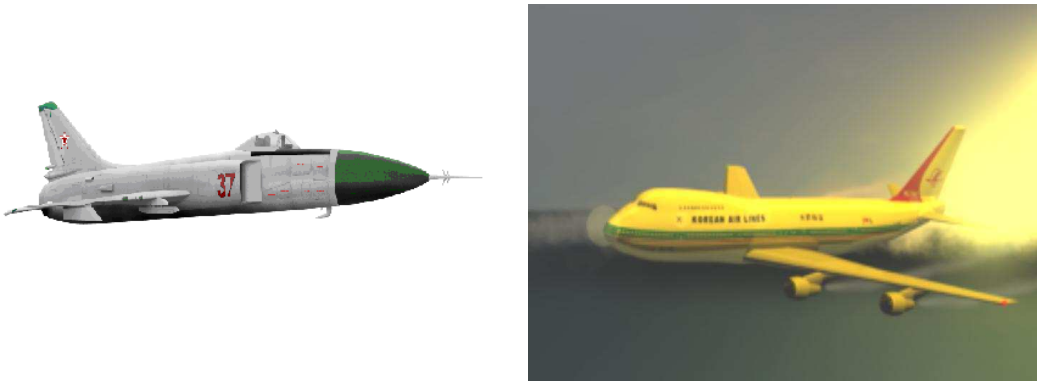


Figura 2 – O Sukhoj Su-15bis Su-15 da União Soviética, algoz (à esquerda) e o Boeing 747 da Korean Airlines abatido (à direita) semanas antes da queda.

Fonte: acervo do autor (2005)

A figura três mostra claramente o aumento do elemento humano na determinação dos acidentes com aeronaves, se aceitarmos o pragmatismo de “máquina segura”. A área do gráfico com listas sugere que existem outros problemas que extrapolam a análise reducionista que rotula as causas como “falhas ou erros humanos”. Como o gráfico trata da culpabilização e os dois elementos apresentados são o PILOTO e o EQUIPAMENTO, toda a análise se situa neles. Entre o equipamento e o piloto se insere um grande universo sócio-técnico, incluindo a interface humano-máquina e aspectos das exigências trabalhistas. E neste contexto existe o aspecto ergonômico. É nesta área achurada, em instância final, que confluem os componentes da capacitação, da variabilidade humana, da cognição coletiva, da liderança, dos aspectos fisiológicos e emocionais além dos outros que precisam ser equacionados para o piloto se inserir de forma harmônica e competente nesta máquina, que supostamente falha raramente (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 1996). A crença é que a tecnologia melhorou muito a performance das máquinas e suas respectivas interfaces com o ser humano, mas quais são os limites de cada um ?

¹⁴ *Information Paper No. 1, pp. 48–208.*

Os indicadores dos acidentes de aviação, no entanto, mostram que a tecnologia não tem impactado positivamente estes índices. Vê-se na figura 3 que cada vez mais aumenta a área achurada do gráfico, à medida que o tempo passa. Qual a origem destes problemas que levam a acidentes 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 questionamos. Este tipo de ilustração é amplamente utilizada no meio da aviação para caracterizar o aumento da participação humana nos acidentes com o advento da automação em aeronaves¹⁵.

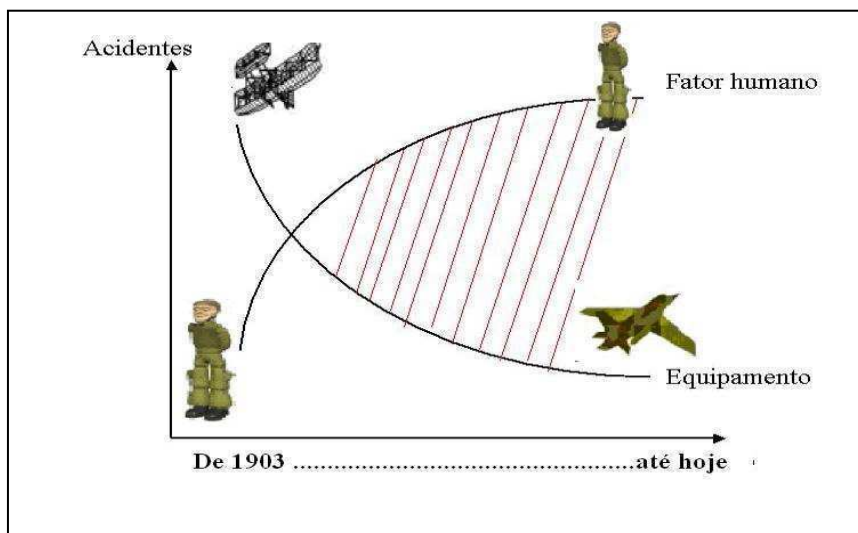


Figura 3– Com a automação, a participação humana cresce enquanto o componente equipamento diminui (figura adaptada pelo autor, baseada no gráfico disponibilizado pelo Centro Nacional de Investigação e Prevenção de Acidentes.

Fonte: Centro Nacional de Investigação e Prevenção de Acidentes (2004)

O gráfico da figura quatro editado pela National Transport Security Board (NTSB) – Estados Unidos em 1996 reforça esta afirmação apresentando as participações humana e outras nos acidentes aéreos. Vê-se a condição humana e os outros componentes (tempo- dados atmosféricos - e aeronave) nos anos de 1995 a 2004. Os percentuais do “HUMANO” têm se mantido em todo este período, reduzindo o índice da aeronave como fator causal e aumentando o do meio (tempo). Igualmente importante é o índice de acidentes por horas voadas de 1987 a 2006, segundo apresenta a figura 4, onde vemos muito pouca melhoria nos índices apesar da automação estar cada vez mais sendo instalada nas aeronaves.

¹⁵ Após a década de 70 houve aumento da automação

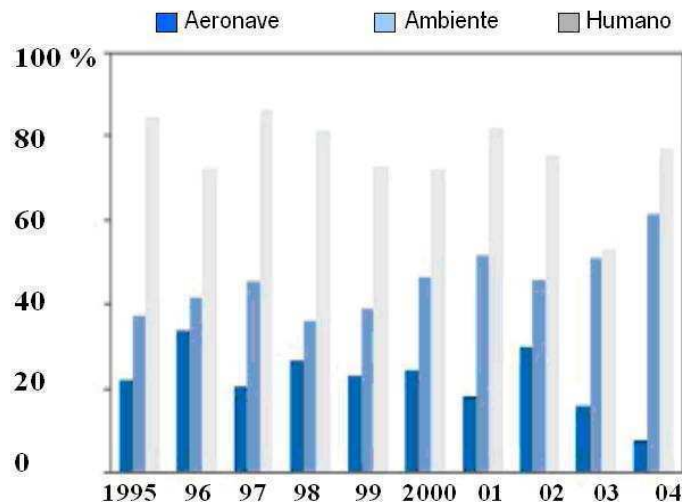


Figura 4- Causas dos acidentes com aeronaves.
 Fonte Fonte: National Transport Safety Board (2008)

A tradição da imputabilidade do piloto na aviação

As estatísticas dos acidentes na aviação apresentam uma prevalência regular do número de acidentes apesar da automação estar cada mais mais instalada nas modernas aeronaves conforme podemos ver na 1-b. Ao analisarmos estas estatísticas sobre acidentes aeronáuticos, notamos que o “a culpa do piloto” é contribuinte, presente em 80% dos relatórios finais conforme podemos constatar no gráfico da figura 5 editada pela NTSB (National Transportation Safety Board , dos Estados Unidos). Alguns especialistas, porém, sugerem que este termo freqüentemente encobre problemas sérios de Ergonomia nas aeronaves (SIMÕES, 1988). David B.Thurston, em seu “*Design for Safety, 1988*”, estudando as estatísticas demonstrou 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.

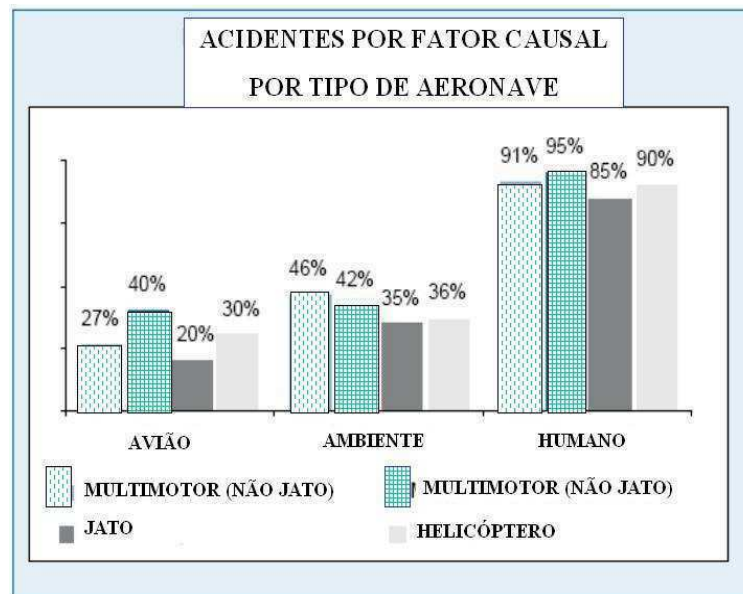


Figura 5- – Estatística de acidentes em 2005.
 Fonte : National Transportation Safety Board NTSB (2006)

A Hipótese formulada:

A análise de acidentes aéreos é superficial e obedece a um modelo de causalidade linear, reduzido aos fatores de riscos fundados em razões hegemônicas, mascarando os problemas reais do trabalho na moderna aviação em geral e em particular, na interação homem-máquinas complexas.

É possível que o modelo atual de organização de trabalho de aeronautas que integra aspectos de saúde e medicina do trabalho, ergonômicos, psicológicos, de engenharia e informacional aplicável à moderna aviação não reduza como deveria as situações de risco e não previna adequadamente acidentes e doenças do trabalho.

O modelo reducionista de análise de causalidades se traduz em determinar exclusivamente se os acidentes ocorreram dentro ou fora da cabine enquadrado em um listas taxonômicas marginalizando um amplo sistema complexo e interrelacionado de fatores condicionantes. Para uma análise integrada e sistêmica requer-se a inclusão de condicionantes interdependentes de aspectos bio-socio-tecnico-economico e cultural que aponte para a possibilidade de compreensão dos determinantes envolvidos nos acidentes da aviação e que possa subsidiar ações de prevenções mais efetivas superando o modelo simplista de culpabilização do piloto.

1.4 Os Objetivos

Objetivo geral

Construir um modelo compreensivo de profundidade para analisar os acidentes com aeronaves identificando as dificuldades do piloto de operacionalizar o trabalho em um contexto de interação homem-máquinas complexas e apontar os aspectos da saúde do trabalhador.

Objetivos específicos:

- a. Identificar nos diversos campos de saber os aspectos que devem ser mobilizados para a compreensão sistêmica do problema em estudo.
- b. Caracterizar a base tecnológica da moderna aviação.
- c. Caracterizar o processo de trabalho dos aeronautas.
- d. Apresentar um quadro atualizado dos acidentes aéreos.
- e. Caracterizar os tipos de acidentes aéreos e os aspectos determinísticos registrados.
- f. Identificar os aspectos de saúde do piloto nos acidentes aéreos.
- g. Identificar as lacunas de conhecimento nas análises oficiais dos acidentes de aeronaves.
- h. Construir um modelo complexo de análise de acidentes aéreos.

A Pergunta condutora:

È possível construir um modelo compreensivo complexo de acidentes com aeronaves que supere os modelos reducionistas usualmente adotados? Qual é a importância da saúde do piloto neste contexto?

1.5 O Método

O modelo hegemônico de ciência tem forte condicionante no tratamento de fenômenos físicos do mundo inanimado. Os modelos que apresentam mais precisão são adotados nas ciências exatas tais como nas engenharias. A complexidade emergente ou reflexiva do mundo do humano tendem a ser menosprezada por um modelo de ciência normal e desta forma a ciência tende a separar as várias disciplinas científicas por paradigmas rígidos que recortam excessivamente a realidade e não se comunicam entre si (KUHN, 1962).

Mesmo sendo um modelo que lida com situações de risco, a construção deste estudo seguiu em conceitos interdisciplinares para pensar a complexidade dos fenômenos, incluindo o modelo teórico de Funtowicz e Ravetz (1997).¹⁶

Um estudo exploratório foi realizado e se apoiou na triangulação de métodos quantitativos que será buscada a partir dos campos de saber abaixo relacionados que compõem a tecnociência atual, a luz do pensamento complexo e da teoria dos sistemas complexos contemplando os campos da tecnologia, da saúde e doença, da vulnerabilidade, do risco, da variabilidade humana e retratados nas áreas da ergonomia e fisiologia, do contexto jurídico, do trabalhista, social, da medicina aplicada ao trabalho e à aviação e da tecnologia da informação. Os temas abaixo foram buscados nos respectivos campos de saber:

- a. Ergonomia (informacional, produtos, cognitiva)
- b. Psicologia (cognição, campos de significados, linguagem, formação de significados, operacionalização de conhecimentos)
- c. Inteligência artificial, comunicação de dados, computadores embarcados e programação
- d. Educação/ Informação / Comunicação (aprendizado, significações, transmissão)

¹⁶ *Funtowicz e Ravetz (1993), ao argumentarem sobre a necessidade de uma nova ciência, por eles denominada como Ciência Pós-Normal, “as metas do novo conhecimento científico já não mais residiriam na busca de verdades instrumentais e na conquista da natureza, mas sim na necessidade de uma relação harmoniosa entre a humanidade e a natureza”. Esta proposta caracteriza-se pela busca de uma interação mais ativa entre conhecimento e ignorância – definida como uma situação onde não se sabe nem o que não se sabe –, e a aceitação de outras abordagens que não as científicas e de igual importância, através do que denominam de comunidade estendida de pares, vem se constituindo como elemento central das novas estruturas intelectuais e práticas sociais de uma nova ciência, onde o saber e a participação dos trabalhadores e comunidades passam a ser efetivamente incorporados.*

- e. Engenharia de produção (gestão do trabalho, engenharia de produto)
- f. Saúde (saúde do trabalhador, epidemiologia, aplicações, prevenção, clínica)

Como o trabalho foi desenvolvido:

Foram prospectados nos registros de acidentes, nas entrevistas e nos dados de acidentes e incidentes, a pressão das empresas e dos processos sociais que marginalizam os problemas familiares e pessoais do trabalho causando uma grave dissociação e este é um problema mais amplo que só na aviação. a sociedade está construída assim.

A Pesquisa qualitativa: Foram realizadas entrevistas com experientes seniores pilotos e instrutores de vôo (*Seniores*) de linha aérea egressos da Escola de Aeronáutica colegas de turma do pesquisador (formada em 1966) e de outras turmas mais recentes também da Força Aérea Brasileira, hoje atuando em diversas linhas aéreas, da ativa e oficiais superiores da reserva da Força Aérea Brasileira da antiga Varig e da TAM linhas aéreas, VoeGOL e outras. Esta entrevista foi realizada por meio eletrônico (internet). O número de respostas obtido foi de 32. Esta parte do trabalho servirá para consolidar os critérios e os parâmetros criados para avaliar os dados da pesquisa quantitativa. O roteiro e formulário desta entrevista está no Apêndice A.

A Pesquisa quantitativa: Foi realizada uma compilação dos registros de 180 acidentes e incidentes com aeronaves abrangendo os anos de 1940 até 2010. Procuramos coletar informações sobre registros de acidentes e incidentes com aeronaves utilizando dados oficiais de entidades representativas em todo o mundo. Uma fonte de registro de acidentes interessante explorada por nossa pesquisa foi oferecida ao público em geral 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 que foi interessante para o propósito de nossa pesquisa porque apresenta causas principais segundo as classificações da Federal Aviation Administration, indicando causas secundárias. Estuda também aspectos ergonômicos (superficiais) tipo dificuldades dos pilotos com usar as interfaces, indica as condições meteorológicas do momento do

acidente, prospecta as condições de saúde dos pilotos envolvidos nos acidentes e mostra a situação de habilitação dos pilotos e das aeronaves. A diversidade e aleatoriedade foram motivo de atenção neste trabalho, de modo que não ocorreram discriminação nem concentração de tipos de acidentes nem vícios de redação nem mesmo ocorrência de tendências nas observações e análises, fugindo assim, das linhas de redação simplificadas e reducionistas e da simplificação do uso de conhecimentos técnicos encontradas em equipes de investigação de acidentes de um mesmo país.

Listamos abaixo as entidades nacionais e internacionais com representatividade conhecida no meio aeronáutico, cujas informações estão amplamente disponibilizadas para o público onde pesquisamos os registros de acidentes aeronáuticos para obtenção de elementos de estudo para elaboração desta tese de doutorado:

- a. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA) do Brasil
- b. Serviço de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáutico (SIPAER) do Brasil
- c. Comitê Nacional de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CNPAA) do Brasil
- d. Federal Aviation Administration (FAA) dos Estados Unidos da América
- e. Serviço de Controle de Aeronaves da Aviação Civil (SERAC) - Min. Defesa (Atual ANAC- Agência Nacional de Aviação Civil) do Brasil
- f. Serviço Nacional de Proteção ao Voo (SNPAA) do Brasil
- g. National Transportation Safety Board do Estados Unidos da América
- h. Civil Aviation Authority of New Zealand (CAA / NZ) da Nova Zelândia
- i. The Transportation Safety Board of Canada (TSB) do Canadá

- j. 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 ROACH J. Piston engine airliner production list. - West Drayton : The Aviation Hobby Shop (TAHS), 1996.

HILLMAN, P. S. Jessup and G. Ottenhof. Soviet Transports. - West Drayton : The Aviation Hobby Shop (TAHS), 1996. .

ROACH, J. and EASTWOOD A. Turbo prop airliner production list. - West Drayton: The Aviation Hobby Shop (TAHS), 2001.

ROACH, J. and EASTWOOD A. Jet airliner production list. - West Drayton : The Aviation Hobby Shop (TAHS), 1992..

As seguintes fontes de registro de acidentes serão utilizadas pela Aviation Safety:

- a. GERO, D. Aviation Disasters : the world's major civil airliner crashes since 1950. - Sparkford : PSL, 1993..
- b. International Civil Aviation Organization (ICAO) - Adrep Summary , Dayton, Ohio, USA, 2009
- c. International Civil Aviation Organization (ICAO) - Circular Aircraft Accident Digests / Dayton, Ohio, USA, 2009
- d. National Transportation Safety Board - Aircraft Accident Reports / Washington D.C. USA, 2009
- e. World Airline Accident Summary / Civil Aviation Authority (CAA). - London - Airclaims Ltd. 1998-

Os parâmetros determinados para análise estão no capítulo 10 páginas 409 a 440.

Plano de análise e estratificação para análise

Um algoritmo taxonômico foi desenvolvido e utilizado no projeto de pesquisa. O objetivo do uso desta ferramenta foi prospectar a correlação de um grande número de variáveis, o que muitas vezes, se apresentam apenas nos registros dos acidentes como fragmentos de causalidades que contribuíram ou podem ainda contribuir para futuros acidentes na aviação ou que, às vezes, se apresentam mesmo, de forma muito clara mas que não são priorizados nos estudos convencionais.

Um dos condicionantes importantes na obtenção de resultados parciais foi viabilizado com o apoio de um sistema de tratamento de dados (Aviation Database) totalmente desenvolvido pelo autor desta pesquisa em 2006 e utilizado na dissertação do mestrado (apêndice 2). Este sistema correlaciona variáveis extraídas dos registros de acidentes de diversas formas, buscando características próprias tratando estas fatalidades de forma única e sistêmica.

Etapas de análise:

- a. Apresentação dos estudos estatísticos dos sub-componentes que integram a esfera MCA (apêndice 2),
- b. Estudos das falhas,
- c. Apresentação dos estudos estatísticos dos sub-componentes que integram as fases do voo,
- d. Apresentação dos estudos estatísticos dos sub-componentes que integram os indícios reveladores de uma cadeia de erros,
- e. Apresentação dos estudos estatísticos dos sub-componentes que integram as causalidades dos acidentes,
- f. Apresentação dos estudos estatísticos do componente visibilidade quando ocorreram os acidentes,

- g. Apresentação dos estudos estatísticos dos sub-componentes que integram os tipos e portes das aeronaves,
- h. Apresentação dos estudos estatísticos dos sub-componentes que integram os eventuais indícios de influências de vários condicionantes.

Comparação temporal:

- a. Período sem automação até o início da automação (décadas de 40 a 70 inclusive).
- b. Período com automação nas aeronaves (décadas de 80 até hoje).

Amostra

As amostras para os trabalho quantitativo e qualitativo foram tratadas segundo descrito no item (I-1 Pesquisa qualitativa e I-2 Pesquisa quantitativa).

Análise estatística

Devido às quantidades de registros dos acidentes implantados no banco de dados serem diferentes para estes dois grupos de amostras, foram apresentados os gráficos, sob a forma de percentuais, onde as diferenças de quantidades estarão normalizadas a um padrão de similaridade (percentual). As listas e gráficos estatísticos e comentários estão apresentados na seqüência dos descritivos:

- a) Estatística geral de cada componente do algoritmo correspondente a todo o período (décadas de 40 a 00), 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- 00) com as observações e conclusões parciais.

- c) Os mapas referentes a cada componente, gerados pelo sistema Aviation DataBase (vide apêndice 2 do projeto de pesquisa)

Elaboração do modelo comparativo

Desta forma analisamos os descritores componentes da cada disciplina (area do saber) relacionando-os com cada análise e desta forma verificamos as ocorrências mais significativas. Uma outra apuração verificou em que medida as quatro superfícies da semi-esfera está condicionando efetivamente a ocorrência de acidentes com aeronaves. Estes estudos estão em sintonia com a declaração da hipótese formulada nesta tese.

Considerações éticas

Este procedimento vai possibilitar obter as conclusões, correlações e acumulações estatísticas referentes aos fenômenos e/ou aos componentes que conduziram aos acidentes que integram a amostra permeado por recomendações sobre a ética indicadas pelo Comitê de Ética designado para autorizar as pesquisas relacionadas a elaboração dos trabalhos de pós-graduação do Instituto Oswaldo Cruz.

Todo o procedimento de qualquer natureza envolvendo ser humano, cuja aceitação não esteja ainda consagrada na literatura científica, foi considerado como pesquisa. Os procedimentos referidos incluíram entre outros, os de natureza organizacional, ambiental, educacional, sociológica, econômica ou física. A pesquisa observou as seguintes exigências:

Adequação aos princípios científicos que a justificaram 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.

Os dados obtidos na pesquisa foram exclusivamente utilizados para a finalidade prevista no seu protocolo.

Capítulo 2- Contextualização do problema

Este capítulo mostra as duras regras da sociedade que visa o lucro em primeiro lugar e o cenário permeado por regras trabalhistas e tecnológicas inapropriadas para a aviação que é onde se insere a profissão de piloto e o instrumento de trabalho chamado avião.

Um indicador de desigualdade cultural e social se traduz na prevalência de acidentes e doenças do trabalho. Existem mais mortes em causas associadas ao trabalho dos trabalhadores assalariados do que nas de profissionais liberais. As diversas sociedades, segundo Wooding (1999), apresentam proporções de acidentes de trabalho diferentes. Desta forma, como cita Dewey (1991) pode-se afirmar que a “saúde do trabalhador” é um problema público e que, desta forma, exige ações mediadoras e reguladoras do Estado.

O Medo de processo tem feito pilotos omitirem problemas de ordem operacional, seus problemas saúde e muitos outros relacionados com os vôos. A criminalização dos dois maiores acidentes aéreos da história do País - a colisão entre o jato Legacy e o Boeing da Gol, em 2006, e a tragédia com o Airbus da TAM, no ano passado - fez despencar o número de Relatórios Confidenciais para a Segurança de Vôo (RCSV)¹⁷ encaminhados por tripulantes à Aeronáutica. O Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA) recebeu nove notificações neste ano, ante as 90 registradas em 2007. A emissão do RCSV não é obrigatória, mas se tornou uma das principais ferramentas de que os militares do Centro Nacional de Investigação e Prevenção de Acidentes dispõem para elaborar planos de prevenção. Embora possam ser anônimos, não é difícil identificar o emissor do documento. "Quando um tripulante elabora um relatório e depois vê aquilo sendo usado judicialmente, ele se sente inibido e deixa de colaborar", disse ontem o chefe do Centro Nacional de Investigação e Prevenção de Acidentes, brigadeiro Jorge Kersul Filho. "Não estou dizendo que a Justiça não deve investigar, mas nossas ações devem correr em paralelo."

A legislação sobre o assunto veta a utilização de RCSV "para relato de fatos que constituam crime ou contravenção penal de qualquer natureza". Na prática, porém, as notificações têm servido como prova em ações tanto na esfera cível quanto na criminal. Também há temor por parte das empresas de que ocorrências consideradas corriqueiras, como uma arremetida, causem pânico entre passageiros e parem em CPIs. "Essa exposição

¹⁷ "Essa exposição desmedida desfez um trabalho de mais de 30 anos da FAB. Agora, será difícil reverter essa desconfiança dos tripulantes", diz Ronaldo Jenkins, diretor do Sindicato Nacional das Empresas Aeroaviárias (Snea). O primeiro sintoma de que tripulantes e companhias haviam criado resistência aos relatórios surgiu após o acidente da Gol. De 2005 para 2006, o número de RCSVs caiu 76% (de 159 para 38).

desmedida jogou no lixo um trabalho de mais de 30 anos da FAB. Agora, será difícil reverter essa desconfiança dos tripulantes", diz Ronaldo Jenkins, diretor do Sindicato Nacional das Empresas Aeroviárias (Snea). O primeiro sintoma de que tripulantes e companhias haviam criado resistência aos relatórios surgiu após o acidente da Gol. De 2005 para 2006, o número de RCSVs caiu 76% (de 159 para 38).

2.1 Aspectos institucionais mascaram os problemas no meio de transporte aéreo.

A ideologia da culpabilidade dificulta questionar a responsabilidade das organizações e instituições públicas, favorecendo o controle e a coerção social (DOUGLAS, 1985). Este autor considera que o mecanismo de culpabilização da vítima é um “meio de iludir” a opinião pública e para isentar empresas e terceiros e enfatiza que quando o piloto morto pode ser culpado pelo erro que levou seu avião ao acidente, não há necessidade de se investigar profundamente a adequação do controle de tráfego aéreo ou o estado do avião. No acidente aéreo recente com o avião da GOL do vôo 1907 vemos um outro exemplo claro que ao procurar restringir a responsabilidade a controladores aéreos e pilotos não se está tentando omitir questões relativas às más condições de trabalho, à pouca confiabilidade do sistema de controle, à alta carga de trabalho ou ao seu modo de organização. A figura 6 abaixo apresenta detalhes do acidente e do jato Legacy- Embraer envolvido .



Figura 6 Acidente com o Gol vôo 1907 com um jato Embraer Legacy- Problemas de “capacitação” e “erro humano” ou um resultado de todo cenário trabalhista/econômico/social da aviação mundial ?

Fonte: acervo do autor (2008)

Problemas que não são abordados e tratados com profundidade na maioria das investigações como também aconteceu no caso do Gol-Legacy:

- a. O tempo dedicado à preparação de pilotos para “serem capazes” de pilotar uma aeronave que nunca tinham visto antes, conduzindo-a do Brasil aos Estados Unidos foi suficiente ? Quem pode afirmar ? Quem aferiu ?
- b. Os aspectos ergonômicos e informacionais estão corretos nesta aeronave?
- c. Há “erro de produto”? Houve endosso de ergonomistas? Há erro ergonômico que possa conduzir a um erro de operação, tipo o desligamento sabido de um dispositivo de segurança que provavelmente poderia ter evitado o choque?
- d. Porque focar com mais ênfase as falhas humanas do que outros problemas?
- e. Aspectos empresariais envolvidos como custo de permanência, custo excedente caso as empresas envolvidas na transação comercial tivessem dedicado “mais tempo de treinamento”.
- f. As pressões sabidamente sofridas pelos controladores de tráfego aéreo foram suficientemente tratadas para avaliar mudanças de comportamento e redução da confiabilidade destes profissionais?

Acreditamos que todos os aspectos sociais, psicológicos e jurídico/ trabalhistas deveriam ser igualmente considerados. O relatório que culpabiliza os pilotos do Legacy e os controladores de tráfego aéreo não trata com a profundidade necessária o assunto, em nossa opinião. Os acidentes resultam de uma construção social com características atreladas à nossa cultura. A culpabilização da vítima como “normalidade” e “método” de análise de acidentes no Brasil é

um impedimento concreto para a construção técnica e social de ações e políticas efetivas de prevenção (DOUGLAS, 1985).

Segundo Paoli (2000), diante da re-estruturação da economia e da produção, a situação tende a se agravar, como mostram as recentes pesquisas européias sobre condições de trabalho e saúde. Jackson (2007) cita que aparecem outras formas de adoecimento estão associadas a processo evidente de intensificação do trabalho. O número de trabalhadores expostos a riscos tradicionais (levantamento e carregamento de cargas pesadas, substâncias tóxicas, ruído, calor, dentre outros) permaneceu no mesmo patamar enquanto aumentou o número de trabalhadores expostos a fatores de risco psicossociais (pressão da clientela e da produção, formas de intimidação e de controle)¹⁸.

Oliveira (1999 apud JACKSON, 2007) enfatiza o avanço das políticas neoliberais e o enfraquecimento do Estado, que se fundamenta em “processo de subjetivação da desnecessidade do público” e, conseqüentemente, à sua menor intervenção no campo da segurança e saúde dos trabalhadores, com a transferência das questões de SST para o “controle interno” das empresas, com um agravante: para este controle interno, estão sendo propostos novos sistemas de gestão da SST baseados no velho princípio de que acidentes resultam de desvios do comportamento e faz-se necessária a gestão do comportamento dos trabalhadores.

2.1.1 Os construtos sociais e políticos e os fenômenos associados ao ambiente do trabalho

A “epidemiologia da prática reducionista” existente na medicina ocupacional resultante da economia global e dos interesses de lucros econômicos como fator prioritário são ensinadas academicamente e praticadas sob o mito que as políticas e os construtos sociais são contextos separados e são observados de forma preocupante nas ações dos agentes políticos, nos movimentos sociais, na governança dos gestores e na atitude dos profissionais de saúde.

Gómez (2005 apud JACKSON 2005) reforça que esta situação é agravada pelo enfraquecimento e pouca capacidade de pressão dos movimentos sociais e dos trabalhadores. Assunção (2005) diz que “embora esse modelo de análise de acidentes – baseado na

¹⁸ pesquisas européias sobre condições de trabalho e saúde. *Troisième enquête européenne sur les conditions de travail - 2000. Dublin: Fondation européenne pour l'amélioration des conditions de vie et de travail (ALMEIDA et al., 2007).*

dicotomia entre atos e condições inseguras – sirva de regra profissional, prevista até em norma brasileira ABNT. *NBR 14280*. Cadastro de acidente do trabalho: procedimento e classificação de fevereiro 2001, ele se fundamenta em referencial teórico e metodológico limitado sob vários aspectos, sem considerar, por exemplo, achados atuais sobre a ação e a cognição humanas no trabalho”.

2.2 O piloto na visão da sociedade contemporânea

Projetos de prevenção e intervenção constituem-se assuntos de vital importância em ambiente de aviação. Fato amplamente comprovado desde as primeiras incursões do homem na aventura do vôo é que esta ocorre em um ambiente naturalmente adverso a sua fisiologia e habilidades, impondo-se-lhe como um constante desafio, que, implacavelmente, pode cobrar-lhe o preço da vida pelas falhas ou imprudências cometidas.

2.2.1 O aeronauta e sua inserção em uma sociedade do risco

Abordamos o comportamento do piloto no ambiente da aviação enquanto inserido em uma grande equipe multi-profissional composta por especialidades que tratam o conjunto homem-meio-máquina-trabalho para promover a prática da atividade aérea segura, eficiente e confortável. A figura oito representa os componentes que sustentam um vôo seguro: Pode-se visualizar suas inserções no esquema da figura 7, que integra os componentes que colocam uma aeronave em vôo do projeto ao ato de aplicar comandos para pilotar, carregando carga e/ou passageiros. Existe uma estreita confluência destes três componentes sistêmicos:

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

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.

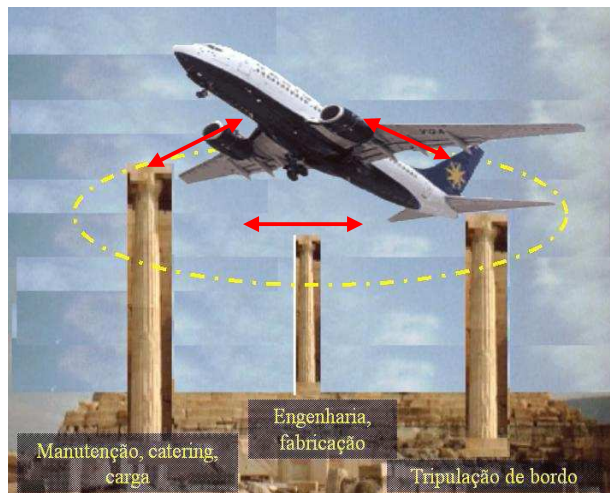


Figura 7-Componentes que colocam e mantêm uma aeronave em voo seguro
 Fonte: Figura elaborada pelo autor para redação da monografia do Mestrado (2005)

No que se refere as ciencias humanas e da saude, grande enfase se deu, ao longo de varios anos, a inevitabilidade do estresse em ambiente de aviação. Grande quantidade de pesquisas, englobando todos os aspectos das alterações psicofisiologicas e tambem sociais, desencadeadas peio estresse tipico da pratica da atividade aerea, levaram a evolução de conceitos tecnologicos e ergon6micos, os quais atualmente minimizam significativamente o impacto que o contexto adverso exerce sobre esses profissionais. Ao mesmo tempo, incursões na area de recursos humanos trouxeram modelos de seleção e acompanhamento de pilotos e tripulações, no sentido de favorecer, ou desenvolver, formas de organização mais favoraveis ou que diminuam o impacto das incertezas. Por exemplo: Vemos na(s) figura(s) 9, a indumentária requerida a vôos militares em grandes altitudes¹⁹. Em vôo de aviões de caça é necessário ter uma roupa que aperta todos os membros para evitar a falta de oxigênio na cabeça e desmaios em manobras com grandes exigências físicas com gravidade exercida no corpo, muitas vezes a que ocorre na superfície da terra.

¹⁹ *As características da norma militar MIL-C83141 A da USAF para confecção de macacão de vôo. É derivado do modelo K-2B, da década de 60, que marcou o estilo dos pilotos da era do Vietnã. Hoje, é o modelo mais copiado e utilizado no mundo, até em países não pertencentes a OTAN. O desenho foi criado, para permitir extremo conforto e funcionalidade para aos pilotos e tripulantes. O CWU-27/P é adotado, inclusive, por outras forças especiais, nos Estados Unidos (os SEAL, unidade da Marinha, a National Aeronautics And Space Administration e algumas unidades policiais como a SWAT o utilizam).- Possui reforço de tecido nos ombros, como proteção contra desgaste, principalmente por fricção pelo uso contínuo do cinto de segurança; Possui bolso na manga, com tampa, (para evitar F.O.D.'s) com compartimento para canetas e zíper para aguardar pequenos documentos; Possui dois bolsos frontais superiores, com abertura em diagonal, para facilitar acesso; Possui bolso para canivete; Possui dois bolsos na altura das coxas e dois bolsos no final das pernas para multi-usos e finalidades; Possui zíper com dois carrinhos para facilitar a abertura superior e inferior; Possui velcro® para tarja de identificação; Possui cinto com ajuste na cintura (velcro®) e nas costas (elástico); Possui velcro® para ajuste das mangas; Possui zíper de abertura nas pernas, (para facilitar o uso de botas ou calçados de cano alto); Possui pregas nas costas para ampliar os movimentos.*



Figura 9a,b,e c- O “Macacão” de Vôo e a máscara de oxigênio, necessários para vôos em alta altitude. Fontes 9a e 9c: American Safety (Internet, autorizadas)
Fonte: acervo do autor (2007)

Com relação à aviação militar, entretanto, deve-se considerar que a busca de segurança caminha, paradoxalmente, com o perigo imanente, decorrente de sua finalidade mesma, determinando, assim, uma prática de seleção, acompanhamento e treinamento que visem a promoção da capacidade humana de enfrentamento, superação e ajustamento. As figuras 10a e 10b mostram o posto de trabalho do piloto de caça, 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 submetida a um vôo de formação onde os movimentos da aeronave são críticos e pondo em risco de vida todo o processo de vôo.



Figura 10a e 10b- O piloto de caça e seu posto de trabalho
Fonte: foto cedida pelo Cmte Julio Bastos (2005)

O piloto militar, especialmente o piloto de caça, diferentemente do piloto civil, é levado ao seu limite e preparado para que esse limite se amplie, de modo a encontra-lo pronto para reagir de forma operacional, perfeitamente adaptada a máquina, e a despeito das condições ambientais do momento. A figura abaixo apresenta o pequeno habitáculo (o cockpit) de um avião de caça.

Entender as particularidades que levam o ser humano a enfrentar esse desafio, como ainda a busca-lo ativamente, transformando-o, para além da prática profissional, em seu objetivo de vida, impõe-se como uma questão ainda em aberto no campo da Psicologia. A mera configuração de um contexto adverso ao ser humano não significa, necessariamente, existir uma resposta desfavorável, entendida como mal-adaptativa ou de ajustamento patológico. Luthar e Cicchetti (2000) registram uma polêmica discussão sobre *resiliência*²⁰, conceito ainda controverso porque relativamente novo no âmbito das pesquisas científicas. Compreendido como um processo dinâmico abrangendo adaptação positiva dentro de um contexto de vulnerabilidades segundo Luthar e Cicchetti (2000) esse construto vem sendo utilizado para a melhor compreensão das reações humanas diante de enfrentamentos em situações limítrofes (NEDER et al., 2005). Embranquecimento dos cabelos é uma ocorrência “prevalente”: pilotos, na maioria, tendem a adquirir cabelos brancos muito cedo²¹ assim como observamos que este fenômeno ocorre em profissões com significativo grau de situações estressantes.

²⁰ *Em saúde pública, o contemporâneo movimento pela promoção da saúde também pode ser considerado como sendo uma abordagem similar. Re-si-li-ên-cia sf (ingl resilience)- Ato de retorno de mola; elasticidade.- Poder de recuperação.- Trabalho necessário para deformar um corpo até seu limite elástico. O Novo Dicionário Aurélio traz o seguinte significado: “Resiliência é a propriedade pela qual a energia armazenada em um corpo deformado é devolvida quando cessa a tensão causadora de uma deformação elástica”. Este termo, então, advém da Física, e passa o sentido de elasticidade, da flexibilidade de um corpo quando pressionado, esticado, dobrado.*

²¹ *Embora esta manifestação biológica ocorra “naturalmente cedo” para algumas pessoas .*

2.3 Breve histórico da aviação

Este capítulo apresenta as bases técnicas e históricas que conduziram a sociedade a construir as regras e a formalizar o profissional da aviação.

A partir da década de 60, com a criação do CTA e posteriormente da Embraer, São José dos Campos passou a ser conhecida como a "Capital do Avião". Este fato, ajudado pela relativa pouca repercussão que a aviação teve na história do nosso país, faz com que muitas pessoas desconheçam as origens da indústria aeronáutica no Brasil. Muitos pensam que o Centro Tecnológico da Aeronáutica (CTA) e a Embraer²² foram a gênese da aviação no Brasil mas desde a década de 20, foram fabricados os mais variados tipos de aviões no Brasil, inclusive aviões de projeto genuinamente nacional.

2.3.1 A gênese da aviação

Como afirma Batista (2002), ao contrário do que é geralmente ensinado, Santos-Dumont não inventou o avião. Apesar da significativa contribuição do inventor brasileiro e do mérito de ter sido o primeiro a fazer um vôo motorizado na Europa, o avião é, na verdade, o resultado de um desenvolvimento que começou com os primeiros estudos científicos do vôo que remontam aos estudos feitos por Leonardo da Vinci, por volta de 1500 e culminou nos planadores de Otto Lilienthal, o qual realizou mais de 2000 vôos, antes de morrer num deles, em 1896. Tudo mais, a partir daí, foi apenas uma questão de evolução técnica, uma vez que um avião, a grosso modo, é apenas um planador motorizado. A história da Aviação é muito mais ampla e complexa do que a geralmente encontrada nos s didáticos, prosseguiu Batista (2002).

²² Embraer- Empresa Brasileira de Aeronáutica- hoje uma das maiores do mundo

O princípio do vôo

Aviação não foi uma coisa que derivou do vôo de Santos-Dumont ou mesmo dos Irmãos Wright. Esta ciência aponta seu desenvolvimento para muitos séculos²³. Tecnicamente, todo veículo que "voa" é considerado uma aeronave. As aeronaves são divididas em dois grandes grupos: Os *aeróstatos*, veículos mais leves que o ar e os *aeródinos*, que são os chamados "mais pesados que o ar". Os primeiros valem-se do "princípio de Arquimedes", uma Lei da Física pela qual os corpos mais leves (de menor densidade) tendem a ficar por cima dos mais pesados, devido à atração gravitacional. Nessa categoria se incluem os balões de gás, os de ar quente e os dirigíveis. Na categoria dos aeródinos, se incluem os planadores, aviões, helicópteros, mísseis, foguetes e suas variações. Em tempos mais recentes, os primeiros estudos relativamente técnicos sobre as possibilidades do vôo por seres humanos foram feitos por Leonardo da Vinci, no Século XV. Suas especulações, fruto sobretudo da observação do vôo dos pássaros, renderam vários desenhos interessantes, como mostrado na(s) figura(s) 11.

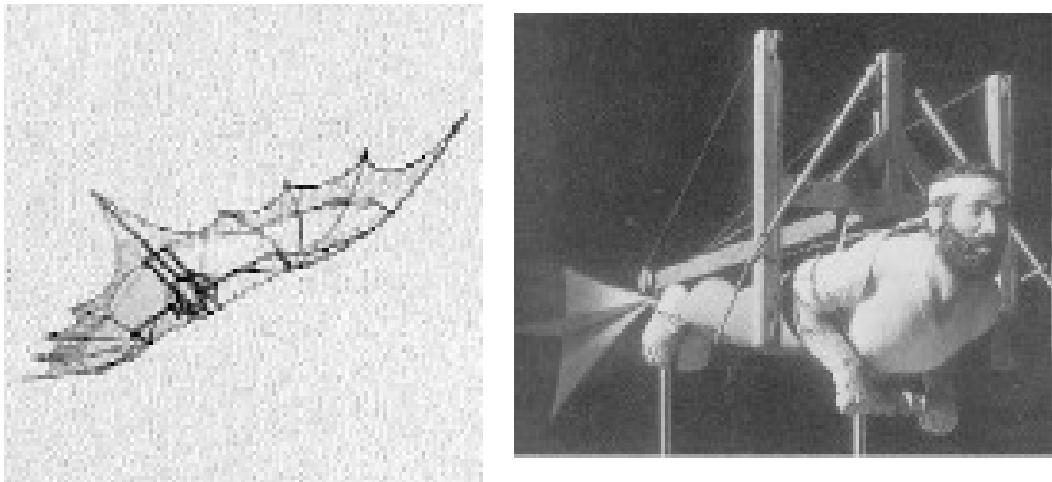


Figura 11- Desenhos de Leonardo da Vinci , século XV
 Fonte: imagens do acervo autorizadas por Lauro Ney Batista (2008)

Em 1670, o padre Jesuíta Francesco de Lana publicou o primeiro estudo sobre a construção de um "barco aéreo" que se elevaria no ar por meio esferas metálicas com vácuo no seu interior. Em 1709, Bartolomeu de Gusmão, também Jesuíta, apresentou idéia semelhante ao rei de Portugal, só que utilizando o princípio do ar quente.

²³ Breve história da aviação- ampla pesquisa realizada por Lauro Ney Batista.

Nasce o balão

Existem inúmeros relatos de supostas experiências com balões, mas o crédito pela efetiva criação dos mesmos pertence aos irmãos Montgolfier. Proprietários de uma fábrica de papel, em Annonay, França, Joseph Michel e Jacques Etienne Montgolfier, notaram que a fumaça quente que saía do fogão sempre subia. Curiosos, encheram um saco de papel com ar quente e verificaram que o mesmo subiu junto com a fumaça, indo parar no teto da cozinha. Sacos maiores foram construídos, com os quais fizeram experiências ao ar livre. Em novembro de 1782 daquele ano, fabricaram um balão esférico, de sêda, com cerca de 1 metro de diâmetro, o qual subiu a cerca de 30 metros de altura, antes de esfriar e cair. Este evento é considerado como o nascimento do balão de ar quente²⁴.

O problema da dirigibilidade²⁵ só veio a ser solucionado cem anos depois, quando em 1898 o brasileiro Alberto Santos-Dumont construiu o primeiro balão semi-rígido, em forma de charuto e com motor à gasolina que pode ser visto na(s) figura(s) 12. Este tipo de balão, posteriormente conhecido como "dirigível", tinha forma mais aerodinâmica que seus antepassados redondos e era inflado com Hidrogênio, um gás bem mais leve que o ar. A vantagem do Hidrogênio era dispensar o contínuo fornecimento de ar quente, mas, em contrapartida, era perigosamente volátil. Em 19 de Outubro de 1901, com seu dirigível nº 6, Santos-Dumont conquista o "Prêmio Deutsch", oferecido àquele que provasse a dirigibilidade dos balões, decolando de um ponto previamente escolhido (Saint-Cloud) na cidade de Paris, contornando a Torre Eiffel e retornando ao ponto de partida. Com a dirigibilidade, os balões logo ganharam aplicação comercial, cujo ápice foram os dirigíveis alemães tipo "Zeppelin". O mais famoso deles, o LZ-129 "Hindenburg", era uma gigantesca aeronave com 245 metros de comprimento e 41 metros de diâmetro. Ele se incendiou em maio de 1937, quando se preparava para pousar no aeródromo de Lakehurst, nos EUA, após um vôo transatlântico, pondo fim à chamada "era dos dirigíveis". Na figura 12b, vemos o "Hindenburg"

²⁴ Em abr. de 1783, fizeram o primeiro lançamento público de um balão, o qual subiu 400 metros. Seguiram-se outros lançamentos, destacando-se um enorme balão, com 900 metros cúbicos de capacidade, lançado em 4 de jun., o qual alcançou a impressionante altura de 10 mil metros. Em 18 de set., em Versalhes, lançaram um balão que levava, como passageiros, um pato, um galo e uma ovelha, evento presenciado pelo rei Luis XVI

²⁵ Mas foi somente em 21 de novembro que ocorreu a primeira ascensão de um balão Montgolfier tripulado, tendo como passageiros o físico François Pilatre de Rosier e François Laurent, marquês d'Arlandés. O vôo durou 28 minutos e o balão atingiu uma altura estimada em 1000 metros. O sucesso dos Montgolfier originou uma verdadeira "febre dos balões", passando os europeus a realizar festivais de balonismo sob os mais variados motivos. Durante certo tempo, o balão serviu apenas como curiosidade e diversão, principalmente porque, após decolar, o aparelho ficava à mercê das correntes de ar (vento) e raramente ia para onde o seu dono desejava. A questão já não era mais subir, mas controlar o vôo. Várias tentativas foram feitas, desde o uso de remos, até hélices movidas por motores elétricos e à vapor.

sendo consumido pelo fogo e o “Zepelin” sobrevoando a Baía da Guanabara na década de trinta.

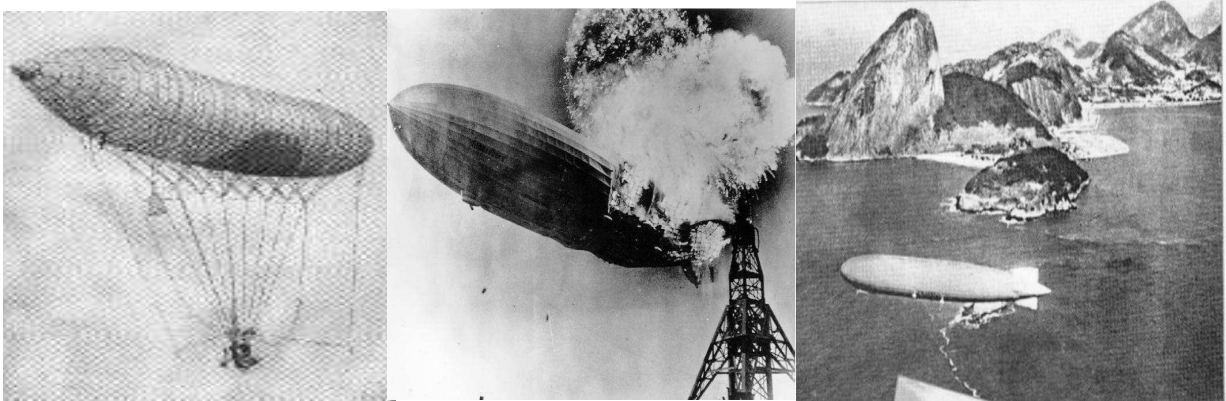


Figura 12a- Balão em forma de charuto e com motor à gasolina de Santos-Dumont precursor dos “zepelins” (à direita). Na figura 12b O "Hindenburg" quando se incendiava e Figura 12c, o “Zepelin” sobrevoando a Baía da Guanabara.

Fonte: imagens do acervo autorizadas por Lauro Ney Batista (2008)

2.3.2 Surge o avião

Embora constem experimentos em praticamente todo o mundo, buscando a realização prática do vôo aeródino motorizado, os mais importantes foram creditados aos irmãos americanos Orville e Wilbur Wright e ao brasileiro radicado na França, Alberto Santos-Dumont. Como vimos até agora, o problema do vôo do mais-pesado-que-o-ar já estava praticamente solucionado no final do Século 19, faltando apenas um motor adequado para transformá-lo num avião de verdade. Nos numerosos engenhos construídos até então, o motor à vapor ainda era a fonte de potência preferida, não tanto pelas suas qualidades, mas porque estava disponível e era bem conhecido. A invenção do motor à gasolina e o início da produção de automóveis pela Daimler-Benz, em 1886, utilizando este tipo de motor, fez com que as atenções de muitos dos pioneiros se voltassem para ele. Na época, a principal vantagem do motor à gasolina sobre os motores à vapor era a relação peso-potência, ou seja, os motores à gasolina eram mais leves e mais potentes. Seguro das características do aparelho, Santos-Dumont inscreveu-se para o "Prêmio Archdeacon", destinado ao primeiro que conseguisse efetuar um vôo comprovado numa aeronave mais-pesada-que-o-ar, feito que o aeronauta brasileiro conseguiu realizar em 23 de outubro de 1906. Após diversos vôos com o 14-Bis,

Santos-Dumont convenceu-se da necessidade de construir algo menor e principalmente mais prático. O 14-Bis é visto na figura 13a. Após uma mal-sucedida experiência com seu modelo N° 15 (uma versão menor do 14-Bis, mas com leme na cauda), surgiu então o famoso "Demoisele", sua aeronave N°19. Sucederam-se outros aperfeiçoamentos do Demoisele (figura 13b) mas Santos-Dumont deixou de voar em 1910, devido a problemas de saúde.

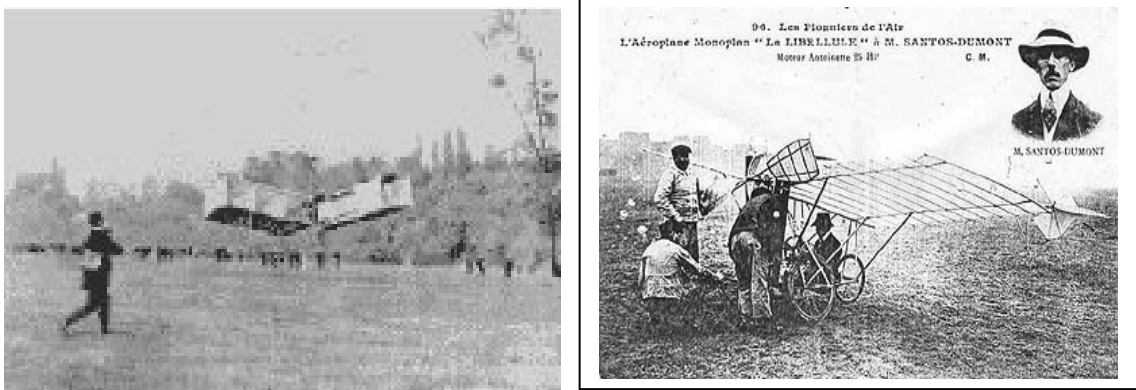


Figura 13.a- O 14-Bis do brasileiro Santos Dumont e Figura 13b- O Demoisele de Santos-Dumont.
Fonte: imagens do acervo autorizadas por Lauro Ney Batista (2008)

Enquanto isso, nos Estados Unidos, os irmãos Wilbur e Orville Wright, proprietários de uma pequena fábrica de bicicletas em Dayton, Ohio construíram o aparelho batizado de "Flyer", possuía duas hélices impulsoras acionadas por um único motor instalado ao lado do piloto e utilizavam um trilho de madeira para a decolagem. Conforme registros dos próprios Wright, o primeiro vôo com sucesso teria sido realizado em 17 de Dezembro de 1903 (figuras 14). Devido a essas circunstâncias, até hoje existe muita polêmica quanto a quem realmente tenha sido o primeiro a voar com um avião, se os Wright, Santos-Dumont ou até mesmo algum outro pioneiro, como Whitehead (se é que isso tenha tanta importância assim, pois, como vimos até agora, foram tantos os que contribuíram para o desenvolvimento do avião, que seria tecnicamente incorreto e até mesmo injusto creditar a sua "invenção" à uma única pessoa).



Figura 14- O Flier dos irmãos Wright.
Fonte: museu virtual Santos Dumont (2007)

O século do vôo

A partir das experiências bem sucedidas dos Wright e de Santos-Dumont, o desenvolvimento do avião deslanchou de modo surpreendente. Porém, triste fato é que, tal como ocorreu com muitas outras invenções, esse desenvolvimento tenha ocorrido muito mais pelo esforço de guerra (desenvolvimento de aviões militares) do que pelo seu uso comercial. Não cabe aqui discutir as "vantagens" da guerra, se é que existem²⁶.

De 1903-6 a 1914: Nascimento do avião e consolidação dos princípios construtivos e operacionais. Até esta época, a maioria dos aviões eram biplanos (duas asas sobrepostas) e construídos de madeira e lona. Até o início da Primeira Guerra, os aviões ainda eram muito imprevisíveis e inseguros, restringindo-se a meras curiosidades.

De 1914 a 1918: Primeira Guerra Mundial. Os aviões se desenvolveram rapidamente e foram criadas aplicações especializadas como caças, bombardeiros, aviões de observação e de transporte. A maioria dos aviões ainda continuava sendo de madeira e lona, embora alguns modelos já empregassem o metal (alumínio) na fabricação de algumas peças.

Década de 20 e 30: Com a paz, houve um grande ímpeto na aviação comercial, liderada pelos alemães que, restritos em sua aviação militar pelo Tratado de Versalhes, concentraram-se na produção de aviões civis e dirigíveis (embora parte desses projetos prevesse o seu uso militar).

²⁶ O fato é que, durante todo o Século XX, os períodos de maior desenvolvimento da aviação, à exceção dos anos 20 e 30, coincidiram com períodos belicosos. Finalizando, desde a sua efetiva criação, o avião passou por vários períodos de amadurecimento, em que suas características mais importantes foram sendo definidas.

De 1935 a 1945: Esta época foi marcada pelo período iniciada com a ascensão da Alemanha Nazista, seguida da Segunda Guerra Mundial. Guardadas as proporções (apenas 10 anos), foi o período de maior desenvolvimento do avião, como o conhecemos hoje, evoluindo dos biplanos movidos à hélice para o avião a jato, com asa de geometria variável. Muita da tecnologia desenvolvida nessa época é utilizada até os dias de hoje.

2.3.3 Os promórdios da Aviação militar no Brasil

O Campo dos Afonsos (no bairro de Marechal Hermes, Rio de Jan.) ostenta hoje num dos lados, bonitas edificações em cimento, hangares de arcos é a atual Academia de Estudos Superiores da Força Aérea Brasileira. Nesta escola militar obtém o grau de Mestre em Ciências Aeronáuticas. Centenas de aviões se ergueram diariamente em vôos de treinamento ou de instrução, foi o berço e cenário de toda a história da Aviação Militar. Atualmente Escola de Oficiais está operando em Pirassununga, São Paulo.

O tenente Juventino tinha a idéia de dotar o Exército Brasileiro de um núcleo de aeroestação, para isso eram necessários balões. Viajou à Europa para adquirir o material necessário para o Parque de Aeroestação. Especializou-se em navegação aérea e participou de eventos. De volta ao Brasil, marcou uma demonstração de vôo às autoridades, para o dia 20 de maio de 1908 defronte a Escola de Artilharia e Engenharia, em Realengo (figura 15). O vôo começou bem com o balão quando um dos cabos de retenção arrebentou foi levado por correntes de vento. O tenente tentou controlar a decida mas houve também problemas e a queda foi inevitável. O tenente Juventino foi a primeira vítima da aviação no Brasil. Foi enterrado no Caju, e hoje seus restos mortais se encontram no Mausoléu dos Aviadores no Cemitério São João Batista.

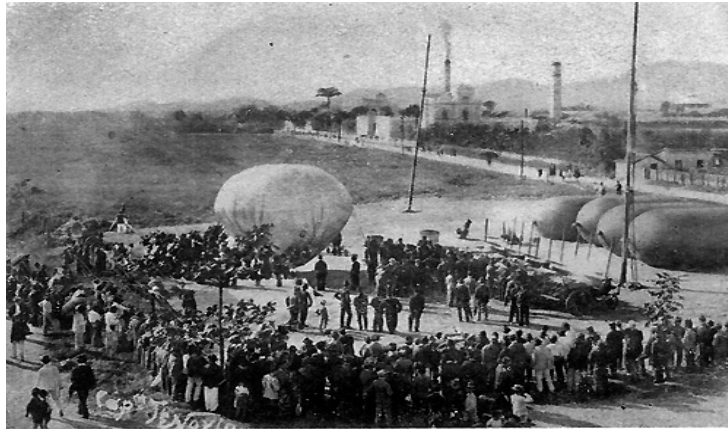


Figura 15- A subida para a morte: O tenente Juventino tinha a idéia de dotar o Exército Brasileiro de um núcleo de aeroestação, para isso eram necessários balões. Era o dia 20 de maio de 1908. O primeiro piloto a morrer pela aviação no Brasil.

Fonte: acervo do autor (2009)

O Tenente Mario Barbedo, da Arma de Cavalaria, cursou a Escola de Aviação Naval em 1917. Em junho do mesmo ano, designado para se aperfeiçoar na França, conquistou o “brevet” militar fez o curso de aperfeiçoamento. Em 12 Mai 1919, durante um vôo de treinamento, no Campo dos Afonsos, sofreu grave acidente, deixando-o paralítico por 9 anos, vindo a falecer em Dez 1928. Durante seu martírio, opôs-se a um projeto de lei visando a promovê-lo a Capitão e pediu ao deputado Octavio Rocha, autor da proposição, que a transformasse em uma lei de caráter geral, amparando os companheiros do Exército e da Marinha que se dedicavam aos perigos diários da aviação. Dizia ele em sua carta ao deputado: *“um primeiro-tenente que falecer hoje, em consequência de desastre de aviação, deixará à sua família pouco mais de cem mil réis”*.

As primeiras rotas do Correio Aéreo Nacional

Eduardo Gomes lançou o Correio Aéreo Militar. Muitas nações que tentaram iniciativas semelhantes desistiram ante as dificuldades, e os aviadores que nos visitam se admiram ante o arrojo dos pilotos militares em sobrevoarem tão longínquas e inóspitas regiões em frágeis aparelhos, monomotores, sem um serviço de protecção eficiente.

Segundo registros da história do Correio Aéreo Nacional contada pelo acervo da biblioteca da Reservaer²⁷, registra-se que em 1931 iniciou-se a operação do Correio Aéreo Militar, num progresso expressivo e ininterrupto, cada vez mais se dilatando pelo paiz, até atingir o

²⁷ Clube Virtual dos Militares da Reserva e Reformados da Aeronáutica

Oiapoque, no extremo norte, as fronteiras do Rio Grande, no sul, o extremo leste, na Parahiba e nossas fronteiras do oeste em Porto Murtinho, Corumbá, irradiando-se em todas as direções, fazendo linhas de penetração como a do Tocantins e investindo para o oeste, rumo ao Acre fechando o percurso do litoral, rumo à Bahia e Recife²⁸.

2.3.4 A Força Aérea Brasileira na segunda grande guerra

O 1º Grupo de Caça foi criado através do decreto 6.123, assinado pelo presidente Getúlio Vargas em 18 de dezembro de 1943, com o objetivo de ser enviado para combater ao lado dos aliados na Segunda Guerra Mundial. Equipado com aeronaves Republic P-47 Thunderbolt, o Grupo participou das ações no Teatro de Operações do Mediterrâneo, realizando missões principalmente de ataque ao solo contra as forças nazistas na Itália. Ao voltar ao Brasil, a unidade fincou suas raízes na Base Aérea de Santa Cruz, no Rio de Jan., onde permanece até hoje.

Os pilotos usavam uma pesada indumentária. Era proibido levar qualquer documento, aliança. O equipamento era muito complexo e os pilotos diziam que o pior da missão “era se vestir e entrar no avião”. Levava-se, também, três fotografias em trajes civis para caso de escape e, a tiracolo, a pistola COLT calibre .45, com uma carga completa. Mais um relógio simples com aprovação militar.

2.3.5 A aviação nos últimos 50 anos -A aviação pós guerra

O transporte internacional principiou a ser feito em larga escala depois da II Guerra Mundial, por aviões cada vez maiores e mais velozes. A introdução dos motores a jato, usados pela primeira vez em aviões comerciais deu maior impulso à aviação como meio de transporte.

²⁸ *O Major Eduardo Gomes e demais oficiais da Aviação eram amparados politicamente pelos diretores da Aeronáutica Militar e pelo ministro da Guerra. A primeira linha a operar no correio aéreo foi entre Rio e São Paulo, iniciada em 1931, e foi o resultado obtido nesse serviço que estimulou o lançamento de novas linhas. Os Tenentes Casimiro Montenegro e Lavenère-Wanderley realizam a primeira missão do Correio Aéreo Militar em 12 de junho de 1931. Estes oficiais eram da 1ª turma de Aspirante da Arma de Aviação.*

Nestas cinco décadas, o desenvolvimento da aviação comercial tem se limitado no desenvolvimento de novas tecnologias de construção, tais como materiais mais leves e seguros, motores mais econômicos e menos poluentes e na incorporação dos avanços da eletrônica digital, principalmente nos sistemas de vôo e navegação. No final da década de 60 e início da década de 70 surgiram modelos capazes de transportar até 400 passageiros. Em seguida apareceram os aviões mais econômicos e de grande potência. Soviéticos, ingleses, franceses e norte-americanos passaram a estudar a construção de aviões comerciais cada vez maiores, para centenas de passageiros e a dos chamados "supersônicos", a velocidades duas ou três vezes maiores que a do som. A poluição sonora desses aviões supersônicos causou também problemas ecológicos e eles acabaram sendo proibidos e desativados.

No início do século XXI aviões militares e outras novas empresas chegaram ao mercado internacional com força, como a holandesa Fokker, a brasileira Embraer e a canadense Bombardier. O mercado de jatos executivos também está em alta e os maiores mercados são Estados Unidos, Brasil, França, Canadá, Alemanha, Inglaterra, Japão e México, pela ordem. Na área militar, aconteceram vários conflitos localizados, como a Guerra da Coreia e a do Vietnã, nas décadas de 50 e 60/70 e a Guerra do Golfo e da Bósnia, em período mais recente, que novamente forçaram o aperfeiçoamento da guerra aérea. O estado-da-arte militar do momento são os aviões com tecnologia "stealth", conhecidos popularmente como "aviões invisíveis", cujo emprego na Guerra do Golfo inaugurou uma nova era na aviação militar.

PARTE II - MARCO TEÓRICO E FUNDAMENTAÇÃO

Apresenta as teorias focando a fisiologia e os agravos de saúde do piloto que são pertinentes à sua profissão, onde o foco é o o indivíduo trabalhador distinguindo-o da figura do profissional aeronauta.

Capítulo 3- A saúde e o trabalho na aviação

Este capítulo investiga as influencias e agravos na saúde do piloto enquanto atua no seu local de trabalho que é o avião. Neste local não natural, as condições atmosféricas, barométricas e as mudanças de temperatura altamente variáveis produzem importantes influencias na saúde dos seres humanos que fazem este transporte aéreo acontecer exercendo suas tarefas dentro do artefato mais-pesado-que-o-ar ao longo de sua vida profissional.

3.1 A política brasileira de saúde do trabalhador

A aviação iniciou-se no Brasil com um vôo de Edmond Plauchut, a 22 de Outubro de 1911. O aviador, que fora mecânico de Santos Dumont em Paris, decolou da praça Mauá, voou sobre a avenida Central e caiu no mar, da altura de 80 metros, ao chegar à Ilha do Governador. Era então grande o entusiasmo pela aviação. No dia 14 de Out., fundava-se o Aeroclubes Brasileiro, que em janeiro do ano seguinte teria sua escola de aviação na área que é hoje o Iate Clube do Rio de Janeiro conforme foto apresentafa na figura 16. Vemos ao fundo o Instituto Beijamin Constant. Neste local, como muitos outros, aprendeu a voar o primeiro ás da aviação brasileira, o capitão Ricardo Kirk, que seria também o primeiro brasileiro a morrer em desastre de aviação, em 28 de fevereiro de 1915 (TOSCANO, 2001)²⁹.

²⁹ Autorizado por FERNANDO TOSCANO - fernando.toscano@portalbrasil.net COPYRIGHT 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009 e 2010.



Figura 16- O Aeroclub Brasileiro, fundado em 14 de outubro de 1911, que em janeiro do ano seguinte teria sua escola de aviação na área que é hoje o Iate Clube do Rio de Janeiro. Ao fundo vê-se o Instituto Benjamin Constant.

Fonte : cedida por Julio Bastos, (2005)

Em 17 de Junho de 1922, os portugueses Gago Coutinho e Sacadura Cabral chegaram ao Brasil, concluindo seu vôo pioneiro, da Europa para a América do Sul. E em 1927 seria terminada, com êxito, a travessia do Atlântico, pelos aviadores brasileiros, João Ribeiro de Barros e Newton Braga, no avião "Jaú", hoje recolhido ao Museu Ipiranga. A figura 17 apresenta o Jahu ancorado em Porto Praia, África.



Figura 17- O Jahu, do Brasil, ancorado em Porto Praia, África. Ano:1927.

Fonte: acervo do autor (2008)

A construção do transporte aéreo profissional no Brasil

Em 1927 Iniciou-se a aviação comercial brasileira. A primeira empresa no Brasil a transportar passageiros foi a Condor Syndikat, no hidroavião "Atlântico", ainda com a matrícula alemã D-1012. A 1º de janeiro desse ano, transportou do Rio de Janeiro para Florianópolis o então Ministro da Viação e Obras Públicas, Vitor Konder e outras pessoas. A 22 de fevereiro, iniciava-se a primeira linha regular, a chamada "Linha da Lagoa", entre Porto Alegre, Pelotas e Rio Grande. Em junho de 1927, era fundada a Viação Aérea Rio-Grandense (VARIG), sendo transferido para a nova empresa o avião "Atlântico", que recebeu o prefixo nacional P-BAAA. A 1º de dezembro do mesmo ano, a Condor Syndikat, que acabara de inaugurar sua linha Rio - Porto Alegre, era nacionalizada, com o nome de "Sindicato Condor Limitada", mas tomaria, durante a II Guerra Mundial, o nome de Serviços Aéreos Cruzeiro do Sul (absorvida nos anos 80 pela VARIG). Em novembro de 1927, inaugurando a linha para a América do Sul da nova companhia francesa Aeropostale chegava ao Rio de Jan., Jean Mermoz, que se tornaria o mais famoso aviador da época. Em 1929, a Nova Iorque - Rio - Buenos Aires Line (Nyrba) iniciava o serviço aéreo entre essas duas cidades e o Brasil, tendo sido fundada no Brasil a Nyrba do Brasil S.A., com linha semanal entre Belém e Santos, e que se transformaria na Panair do Brasil, extinta em 1965. A fundação do Aerólóide Iguaçu, com linha inicial São Paulo - Curitiba e logo se estendendo a Florianópolis, marcou o ano de 1933. Em novembro de 1933 era fundada por 72 empresários, a Viação Aérea São Paulo - VASP, que iniciaria em 1936 o vôo regular entre o Rio e São Paulo, a linha de maior tráfego da aviação brasileira.

A extensão do país e a precariedade de outros meios de transporte fizeram com que a aviação comercial tivesse uma expansão excepcional no Brasil. Em 1960, o país tinha a maior rede comercial do mundo em volume de tráfego depois dos Estados Unidos. Na década de 1950, operavam cerca de 16 empresas brasileiras, algumas com apenas dois ou três aviões e fazendo principalmente ligações regionais. Destacava-se na amazônia, a então SAVA S.A. - Serviços Aéreos do Vale Amazônico, com sede em Belém, fundada pelo Comandante Muniz e que com a ajuda do seu amigo e, futuro Brigadeiro e Ministro da Aeronáutica Eduardo Gomes conseguiu a concessão presidencial para vôos regulares de passageiros e cargas.

A crise e o estímulo do governo federal às fusões de empresas reduziram esse número para apenas quatro grandes empresas comerciais (VARIG, VASP, TransBrasil e Cruzeiro). Muitas cidades pequenas saíram do mapa aeronáutico, mas ainda nessa mesma década organizaram-

se novas empresas regionais, utilizando inicialmente os aviões turbohélices fabricados no Brasil pela Embraer, Bandeirante EMB-110 (vide figura 19).



Figura 19- O Emb-110 Bandeirante da Força Aérea Brasileira.
Fonte: Fotos obtidas pelo autor em 2006

A VARIG absorveu a Cruzeiro e adquiriu outras empresas regionais, se transformando no início desse século XXI como a maior transportadora da América Latina e a então regional TAM, dirigida pelo Comandante Adolfo Rolim Amaro - falecido em Julho de 2001 em acidente de helicóptero no Paraguai, transformou-se na segunda maior empresa do continente sul-americano. VASP e Gol também se destacam como empresas comerciais. A TransBrasil paralisou suas atividades no final de 2001.

A Constituição Federal de 1988 e a jornada de trabalho do aeronauta

A investigação de Barros (2005) registra a jornada de trabalho do aeronauta, regulamentada pela Lei nº 7.183/84 se diferencia muito dos demais trabalhadores, podendo mesmo como integrante de uma tripulação de revezamento, estender-se até 20 (vinte) horas de trabalho contínuo. Este fato ensejou a verificação da compatibilidade da norma com a Constituição Federal de 1988, por tratar-se de lei específica pré-constitucional. Verificou-se a necessidade de elaborar uma norma regulamentadora sobre a duração do trabalho do aeronauta e a possibilidade de se manter os mesmos limites através de acordo ou convenção

coletiva de trabalho, onde os interesses das partes estariam salvaguardados³⁰. O art. 21, da Lei nº 7.183/84, estabeleceu duração da jornada de trabalho do aeronauta de 11 (onze) horas, se integrar uma tripulação mínima ou simples, de 14 (quatorze) horas se integrante de uma tripulação composta e de 20 (vinte) horas, se integrante de uma tripulação de revezamento e o art. 23, *caput*, estabeleceu duração do trabalho semanal de 60 (sessenta) horas. No entanto, o art. 7º, XIII e XIV, da CF/88, estabelece, respectivamente, duração do trabalho normal de oito horas diárias e quarenta e quatro semanais e jornada de seis horas para o trabalho em turnos ininterruptos de revezamento, facultada a compensação de horários e a redução de jornada, através de acordo ou convenção coletiva e a adoção de regras especiais de trabalho para os turnos ininterruptos de revezamento.

Verifica-se que o regime de trabalho do aeronauta consta de turnos ininterruptos de revezamento, pois trabalha em horários diferenciados (manhã, tarde e noite), em turnos formados por turmas previamente escaladas (as tripulações), que se sucedem na utilização do mesmo equipamento (as aeronaves), numa atividade que é contínua. Admitiram-se raríssimas exceções, em que alguns aeronautas poderiam estar cumprindo escalas com horários fixos³¹. Tratou do descanso a bordo nos vôos operados por tripulação composta e de revezamento, com o objetivo de informar, mas também de verificar se esse descanso poderia significar uma interrupção da jornada, espécie de repouso intrajornada, capaz de justificar as jornadas tão prolongadas. Verificou-se que a Lei nº 7.183/84, apenas determina que o empregador assegure poltronas reclináveis e ou acomodações para o descanso horizontal, para os tripulantes acrescidos à tripulação simples, sem, contudo, regulamentar esse descanso, quanto à duração, divisão do tempo de descanso e localização adequada, concluindo-se que tal “*descanso*”, não pode ser considerado como interrupção da jornada, capaz de justificar a jornada mais extensa.

Observa-se um foco doutrinário divergente quanto à incompatibilidade das normas especiais que estabelecem limites de duração de trabalho maiores que os estabelecidos pela Constituição Federal. O primeiro posicionamento que defende que a Constituição, no art. 7º, XIII, limitou a 8 (oito) horas a jornada diária, sem fazer ressalvas. Outro posicionamento defende que o art. 7º, XIII, da CF/88 e se refere-se à duração do trabalho normal, entendendo-

³⁰ *Estas providências foram formalizadas dando ênfase e prioridade à cobertura dos interesses financeiros correspondentes às jornadas longas e diferenciadas de trabalho desconsiderando mais profundamente os agravos de saúde devido à inobservância dos aspectos ergonômicos que olham o ciclo circadiano dos trabalhadores em questão- (Nota do autor)*

³¹ *Uma das excepcionais excessões verifica-se nas tripulações da antiga ponte-aérea Rio São Paulo onde os Lockheed Electra II que implemaram este serviço e não decolavam por exigência de segurança, dos aeroportos Congonhas e Santos Dumont após 22 horas e as escalas eram quase fixas para as tripulações. Estes aeroportos estão encravados nas cidades de São Paulo e Rio de Janeiro*

se assim, que o adjetivo “normal” refere -se ao trabalho e não à sua duração, portanto, esses limites não se aplicariam aos trabalhos sob condições especiais. A jurisprudência, mostra que a duração do trabalho semanal do aeronauta de 60 (sessenta) horas, não foi devidamente contemplado pelo art. 7º, XIII, da CF/88, no entanto, considera válida a jornada diária de 11 (onze) horas, por se tratar de jornada de trabalho especial. O entendimento da Constituição Federal de 1988 não fez ressalvas aos limites estabelecidos no art. 7º, XIII e XIV e permitiu que a flexibilização desses limites através de Acordo ou Convenção Coletiva, podendo a jornada ser reduzida ou compensada, atendendo assim a necessidade de jornadas com limites maiores de algumas categorias profissionais. Mas o inciso XIII do art. 7º da Constituição Federal de 1988 estabelece os limites da duração do trabalho normal diário e semanal. A duração do trabalho semanal do aeronauta, submetido à jornada de trabalho especial não foi devidamente acatada pela Constituição, devendo ser aplicado o limite do trabalho normal de quarenta e quatro horas e não admitiu que os limites da jornada diária dos aeronautas são incompatíveis com os limites do art. 7º, XIII, por serem estes referentes ao trabalho normal e aqueles do trabalho especial. Não há coerência pois a justificativa que autoriza a supressão de um do limite semanal deveria ser necessariamente idêntica ao outro limite (diário), pois de outra forma seria incoerente.

Verificou-se a necessidade de elaboração de uma nova norma regulamentando a duração do trabalho do aeronauta. Assim foi necessário investigar a possibilidade de incluir no regime de compensação de jornadas, o estabelecimento de jornadas diárias tão flexíveis, como a de vinte horas, pois o parágrafo 2º do art. 59 da CLT, limita a compensação das horas excedentes em um dia pela redução em outro dia, pelo período máximo de um ano, onde não poderia ser ultrapassada a soma dos módulos semanais previstos para este período e nem poderá ser ultrapassado o limite máximo de 10 (dez) horas diárias. Existem dois posicionamentos sobre este assunto:

1. O primeiro defende que a compensação das horas excedentes está limitada a duas horas diárias, ou seja, para jornadas de oito horas, até a décima hora, não haveria o pagamento de adicional, e o que exceder de dez horas, seria remunerado como hora extra. O segundo posicionamento, por sua vez, defende que a negociação coletiva possa estabelecer compensação superior às duas horas diárias, defendendo que o instrumento coletivo tenha liberdade para redesenhar o regime de compensação de horas, conciliando os interesses dos empregados e empregadores, não devendo o legislador ordinário limitar onde a Constituição não restringe.

2. O segundo posicionamento tem mais coerência, optando pelo primeiro posicionamento, considerando-se que uma vez que não foi recepcionado pela Constituição de 1988, o art. 21 e parte do art. 23 da Lei nº 7.183/84, onde pode se aplicar o regime de compensação de jornadas para os aeronautas, onde, os limites revogados poderiam ser mantidos através do instrumento coletivo, atendendo assim ao preceito constitucional, e aplicando-se a norma geral estabelecida pelo parágrafo 2º do art. 59 da CLT, não sendo necessária a elaboração de uma nova legislação para os aeronautas, para resolver a problemática apresentada por este trabalho (BARROS, 2005).

3.2 Uma investigação dos agravos na saúde do aeronauta embarcado e seus modelos de causalidade

De acordo com Rutter (1987), o potencial de risco de diferentes experiências de vida variava em seu impacto sobre o desenvolvimento cognitivo e comportamental. Historicamente desencadeado por cientistas do desenvolvimento humano, em busca da compreensão do porque, sob condições objetiva e/ou teoricamente adversas, algumas crianças, submetidas a privações, maus-tratos ou abandono, contra todas as expectativas, resultavam em adultos com diferentes graus de ajustamento positivo, tanto em termos intra-psíquicos quanto com relação a qualidade de suas interações sociais mais amplas, a grande maioria das pesquisas encontram na infância e adolescência seu objeto de estudo.

3.3 Paradigmas de saúde e o trabalhador na aviação

As exigências fisiológicas do aeronauta piloto são muito significativas. O binômio saúde-doença dos sistema de análise de condicionamento físico estabelece um sistema binário de classificação para habilitação/ não habilitação para pilotagem. Um olhar não cartesiano para este cenário poderia promover uma migração mais acentuada e significativa se os aspectos de condicionamento se inserirem em um paradigma de fortalecimento do indivíduo.

Nunes (1998) descreve um paradigma de saúde que emerge progressivamente como uma proposta fundamental na abordagem com olhos na saúde e não da doença, fruto do desenvolvimentosimultâneo de vários constructos (por vezes até de uma maneira independente) que testificam claramente para a emergência de um novo conjunto de crenças fundamentais relacionado com a saúde, por exemplo: locus de controle, de apoio social, de interesse social, personalidade intrepidez, auto retidão, auto estima, potência, resistência ou ainda aprendido desenvoltura, o otimismo, o senso de humor, auto-eficácia e resiliência.

Todos estes construtos têm, entre outros, como fator comum a compreensão da gestão dos acontecimentos de vida e manutenção da saúde. Assumem, por isso, no campo das preocupações da promoção da saúde, um papel importante na investigação clínica, (e.g. na sociologia da medicina - como aconteceu com o professor Antonovsky (1978), impulsionador deste novo paradigma) na psicologia, na medicina, aconselhamento e cuidados primários. Uva (2004) publicou uma pesquisa sobre as condições atmosféricas aos níveis de altitude em que decorre a quase totalidade dos vôos comerciais. Este autor registrou que naquelas condições

tornam obrigatória a existência, no interior das cabinas de avião, de um ambiente artificial, através do recurso a sistemas de condicionamento do ar. A qualidade de ar disponível na cabina dos aviões comerciais para passageiros e trabalhadores de bordo tem constituído tema de estudo. No estudo de Uva (2004), a monitorização permanente de vários parâmetros “de qualidade do ar interior” (temperatura, humidade relativa, partículas, dióxido de carbono, oxigénio, monóxido de carbono, dióxido de enxofre, monóxido de azoto, dióxido de azoto e sulfureto de hidrogénio) revelou que, globalmente, nas cabinas de avião estudadas, tais parâmetros se situaram em valores que não excederam as respectivas concentrações máximas admissíveis. No entanto, o tempo de exposição e os longos períodos associados a outros agravos, ampliam os danos mesmo quando os parâmetros ambientais estão abaixo dos limites de tolerância. Dos parâmetros "de qualidade do ar interior" avaliados, a humidade relativa foi aquele cujos teores mais se afastaram dos valores recomendados, com valores compreendidos entre 7,7% e 16,6%. Este resultado encontra-se, por certo, relacionado com a secura do ar exterior e, por outro lado, com a elevada taxa de renovação do ar interior.

3.3.1 Paradigmas de saúde- A Resiliência e o indivíduo

Segundo Vicente (2008) resiliência é um termo utilizado para definir a capacidade humana de passar por experiências adversas sucessivas sem prejuízos para o desenvolvimento. Para afirmar que o desenvolvimentodas potencialidades do sujeito não foi afetado negativamente pelas situações de perigo vividas, é necessário identificar se o sujeito é capaz de amar, de trabalhar e de assumir seus direitos e deveres enquanto cidadão.

Para Vasconcelos (2005), a resiliência é um termo oriundo da física. Trata-se da capacidade dos materiais de resistirem aos choques. Esse termo passou por uma analogia em direção às ciências humanas e hoje representa a capacidade de um ser humano de sobreviver a um trauma, a resistência do indivíduo às suas adversidades. Assim, um dos fatores de resiliência é a capacidade do indivíduo de garantir sua integridade mesmo nos momentos mais críticos. Rutter (1987) apresentou o desenvolvimentohistórico do conceito de resiliência. Primeiramente, era uma questão de demonstrar como eventos de vida negativos produziam atrasos no desenvolvimentoe desordens psiquiátricas. Isso já havia sido demonstrado no movimento em prol da higiene mental no início do século XX. Colocou-se a resiliência mais uma vez na agenda após a Segunda Grande Guerra, através dos estudos de Bowlby sobre

separações e fatores negativos como causadores de distúrbios psiquiátricos. Mais tarde, o enfoque mudou para a conceitualização dos vários tipos de eventos de vida e como as perdas pessoais e as ameaças ambientais levavam a problemas psiquiátricos.

Não se é resiliente sozinho, embora a resiliência se expressa no corpo e na mente do indivíduo. Um dos fatores de maior importância é o apoio e o acolhimento, feito em geral por um outro indivíduo, e essencial para o salto qualitativo que se dá. Alguns autores nomearam essas pessoas: Suominen (1993) chamou-o mentor de resiliência. A resiliência ganha hoje seu espaço na pesquisa em ciências humanas, médicas, sociais, administrativas etc.

Mas não se forja facilmente um mentor/tutor/figura de apego. Não se pode dizer que alguém vai ser a partir de agora esse indivíduo que vai chegar para operar o milagre. A resiliência é, na verdade, o resultado de intervenções de apoio, de otimismo, de dedicação e amor, idéias e conceitos que entram sorratoriamente nas ciências como causa e efeito, intervenção e resultado, hipótese e tese de que as relações intra e interhumanas são relações que ultrapassam o rigor do empirismo para encontrar o acaso.

É importante que se aponte uma significativa mudança de paradigma com relação à visão dos cientistas do desenvolvimento a respeito dos diferentes resultados comportamentais frente às adversidades. Roosa (2000) registra que os pesquisadores sobre **Resiliência** expandiram nosso entendimento sobre o desenvolvimento humano das explicações sobre o desenvolvimento positivo em condições normais para o de desenvolvimento melhor do que o esperado sob condições adversas (p. 567). Provavelmente em função de sua perspectiva bastante positiva, que contempla muito mais os recursos do ser humano do que o curso patológico de seus enfrentamentos, a revisão da literatura sobre o assunto ilustra o desenvolvimento do conceito de Resiliência em si, desde uma concepção mais centrada nas características individuais dos então chamados "resilientes" (como sinônimo de "resistentes") que marcaram as pesquisas a partir dos anos 70, até uma concepção mais ecológica do fenômeno, atualmente tratado como um processo multifatorial, como já apontado, que envolve a interação tanto das características peculiares ao indivíduo, como de seu contexto familiar e rede de relacionamentos sociais mais amplos (LUTHAR, 2000). Essa visão interativa encontra eco no contexto pós-moderno em que nos encontramos.

Observa-se uma crescente e nítida aplicação dos conceitos e conhecimentos advindos dessas pesquisas expandindo-se a populações de outras faixas etárias ou que, por suas características, estão sujeitas ao enfrentamento de situações de risco, como no caso dos militares. Estudos baseados no conceito de "*Resiliência*" também estão sendo utilizados por pesquisadores na prevenção, especialmente em saúde pública (LUTHAR et al., 2000).

Pessoas podem entrar em processo de desgaste mental após ser submetidas a situações de estresse, no entanto há quem, mesmo passando por situações idênticas, não apresentam aparentemente mudanças no estado de humor. Uma pessoa submetida a situação de estresse e que tolera melhor as circunstâncias de pressão psicológica e que vencendo a “crise” pode ser caracterizado como um *indivíduo resiliente*. Entre muitas conceituações para o termo, pode-se explicar a resiliência como sendo o resultado de um equilíbrio entre tensão e habilidade de recuperar ou reparar o desgaste sofrido. Um indivíduo com baixa teria uma desorganização emocional e fisicamente maior vulnerabilidade a situações estressantes.

3.3.2 O Paradigma biomédico

Nunes(1998) enfatiza a predominância do modelo biomédico que acentua o disfuncional e é predominantemente nas várias áreas do saber das ciências da saúde. Assim, a orientação biomédica, na maioria das vezes, caminha para a “causa” da doença e foca a gestão dos efeitos de doenças particulares. Esta compreensão é usada para combater cada uma dessas doenças. Ao contrário, o modelo “sanitário” se preocupa com saúde dos indivíduos e das coletividades. A perspectiva da saúde de melhorar a saúde no contexto de vida individual e social (ANTONOVSKY, 1987).

Nunes 1998) questiona : “Mas que recursos são esses que estão ao dispor do indivíduo para aumentar a qualidade de vida, que permitem que este possa progredir de um pólo de mínima funcionalidade (doença) para um pólo de máxima funcionalidade (saúde)?”. A figura 20 apresenta um diagrama das tendências, fluxos e dinâmicas entre os polos da saúde e da doença.

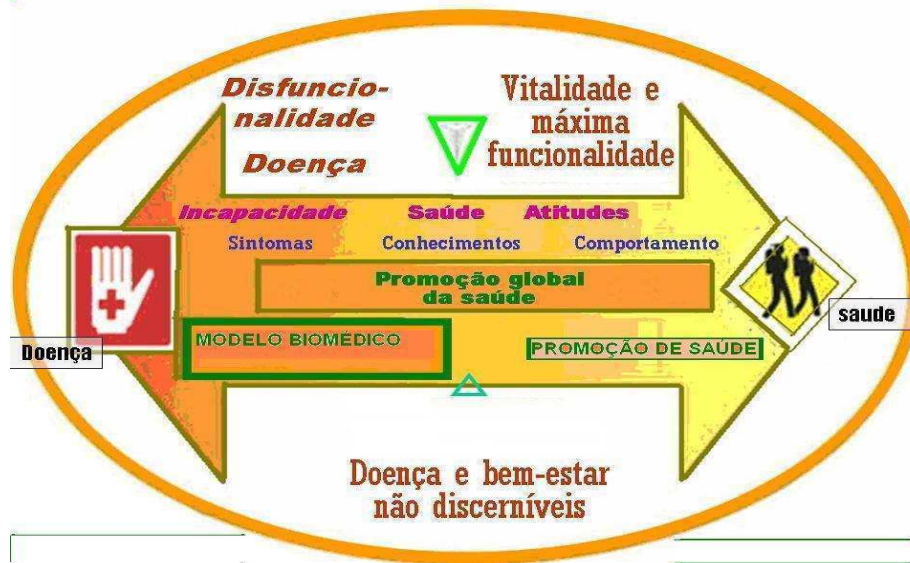


Figura 20 – Duas tendências em dicotomia: Modelo biomédico x modelo “Promoção de saúde”.
 Fonte: Montado pelo autor , baseado na figura de Nunes (2002)

Nunes (1998) registra o novo conceito de saúde, que coloca os indivíduos numa linha contínua com dois pólos, implica na empreensão de estratégias de benefício da saúde nas dimensões da vida humana. É uma perspectiva para superar a insustentável situação de saúde de populações vulneráveis. A ideia fundamental subjacente a este conceito de saúde é a promoção da saúde. Um termo utilizado, a salutogênese (de *salus* + *gênese* = *salvação* + *origem*) pode resumir a busca das condições básicas de saúde ao invés de apenas buscar a resolução da doença. Procura assim implementar o que beneficia a saúde e evita a doença. Em outras palavras, antes de constatar o *pathos* poderia prevenir a doença e melhorar a saúde.

No âmago do *paradigma biomédico*, encontra-se a assunção de que as doenças são causadas por agentes físicos, bioquímicos, microbiológicos, sociais e psicológicos (mono/multi causalidades). São exemplos a teoria do germen que define a saúde como a libertação da infecção; a teoria mecanicista/orgânica, construída na base do modelo lógico do sistema fechado onde o corpo é visto como possuindo as suas próprias fontes de desregulação. A engenharia onde a saúde é definida como a libertação da doença e da incapacidade; a teoria do desvio, com base na sociologia do desvio de Parsons, conduziria, com a sua abordagem funcionalista, à quebra da tradição das definições médicas da doença. Nesta saúde é apresentada como uma capacidade de exercício de papéis sociais e a doença consiste num

comportamento desviante que corresponde a uma diminuição da capacidade de funcionamento.

Há ainda muitas outras teorias neste paradigma, tal como a que trata do estresse que vê a ocorrência da doença como o resultado de uma resposta não específica do organismo. Antonovsky (1979) propõe o modelo de susceptibilidade, que procura explicar o porquê de uma incidência e prevalência mais elevadas de doenças e taxa de morbidade entre os estratos sociais mais baixos. A teoria dos estilos de vida de Belloc e Breslow (1972) propõem uma explicação psicossociológica da saúde/doença baseada em hábitos e estilos de vida.

Outras teorias de cunho sócio-econômico foram sendo desenvolvidas em complemento ao paradigma biomédico para explicar determinações da doença e da saúde. A teoria da produção e distribuição da doença que identifica o modo de organização social como a principal causa dos fenómenos da doença, que se baseia no modo como os meios de produção, riqueza e rendimento estão organizados. A teoria do desenvolvimento econômico que apresenta a saúde como sendo o resultado direto deste crescimento econômico e a teoria do capital humano de Becker et al.(2000), para os quais a saúde é compreendida como um capital cujo valor, depende dos investimentos, descapitalizações e reinvestimentos individuais em matéria de saúde.

Como acontece a promoção da saúde coletiva e a determinação social

A saúde da população é por natureza um recurso necessário - senão suficiente - ao funcionamento e ao desenvolvimento de toda sociedade. Fundamentalmente (a saúde) é ao mesmo tempo um processo individual que se enraíza no segredo dos nossos genes e dos nossos comportamentos mais íntimos, uma representação social e um obscuro objeto de desejo cuja apreensão depende, na realidade, do ângulo pelo qual nós a examinamos, a tal ponto que a saúde de uma população parece ser feita apenas de paradoxos ³².

SAÚDE SOCIAL pode ser traduzida pela Adaptação da vida a seus meios-ambientes. Como a capacidade de mobilizar recursos sob uma perspectiva da realização com qualidade e duração da vida (CONTANDRIOPOULOS, 2008).

Reiser (1978) nos faz pensar uma concepção mais ampla da saúde considerando que se reporta uma tradição muito antiga como a própria medicina. O diálogo entre Asclépios (deus grego da Medicina) e Higéia (deusa da Saúde) que significa a alternativa entre a intervenção

³² Haut Comité de la Santé Publique (1994)- La santé en France, rapport general, Paris, La Documentation française. (p 9,10).

de um fator externo e um regime de vida sadio para sustentação ou recuperação da saúde. As abordagens da “pseudo-medicina” obscurece Higéia nos dias atuais. Gradualmente define como saber os métodos de investigação hegemônicos.

Evans (2009) registra que o sistema de cuidados tornou-se o vetor aplicado à melhoria da saúde onde recorreu-se à intervenções progressivamente mais potentes, que apelam mais e mais à ciência. Os resultados permitiram prevenir ou curar muitas doenças, aliviar os sintomas de muitas outras ou retardar sua progressão. A partir da metade do século XX os fornecedores de cuidados tinham adquirido um poder de dominação institucional e intelectual considerável definindo o que é "um estado de boa saúde" e os meios atingi-lo. Partindo das causas determinantes da saúde vemos definições possíveis que exercem influência sobre a saúde dos serviços de saúde bem específicos, o patrimônio genético dos indivíduos, as condições de higiene, a qualidade da alimentação e do alojamento, a pressão social exercida sobre os indivíduos e o apoio que recebem do seu ambiente e sua confiança em si ou o sentimento de estar bem na sua pele e de dominar a sua vida.

Uma avaliação rigorosa do sistema de cuidados tem mostrado que as práticas são menos vinculadas e alinhadas ao conhecimento científico ou a toda outra forma de saber que não deixa entender o sentido real .

Este sistema chegou a monopolizar o sentido intelectual e político e a igualmente monopolizar os recursos, mas este sucesso foi fundado em um conjunto de esperas da sociedade que o superdimensionou em relação aos benefícios esperados. O resultado se traduz em decepções e desilusões onde a amplitude dos recursos mobilizados se consolida de modo cada vez mais preocupante. Uma consequência inevitável decorrente.

Evans (1994) registra um desvio crescente entre a compreensão das causas determinantes da saúde e a prioridade que as políticas de saúde atribuem ao aparelho de cuidados. Esta disjunção crescente decorre em parte talvez da utilização persistente de quadros de referência ou de modelos incompletos ou obsoletos de conceitualização das causas determinantes da saúde para conceber as políticas. Ora o enquadramento de um problema determina os dados aos quais atribui-se importância e aqueles que negligencia-se. Quando as pessoas têm em mente um modelo de relações entre diversos fenômenos que não oferece categorias conceptuais nas quais possam inserir-se, os dados perfeitamente válidos, as observações diretas e rigorosas, não são levadas em conta, como se não existissem.

O indivíduo, a promoção da saúde e a biomedicina

Devemos refletir fora da antítese em que de um lado está a doença e do outro a saúde, como dois pólos de realidades diferentes. Em lugar desta antítese, o indivíduo deveria ser colocado numa linha, a linha da sua vida. Nesta linha a pessoa progride de um ponto para outro, progride de uma condição de dificuldade, de insatisfação, de disfuncionalidade para uma situação de máxima vitalidade e funcionalidade e de satisfação abundante (figura 20).

Assim podemos progredir nessa linha que apresenta um ponto de menor saúde em um extremo e um ponto de maior saúde no outro (figura 20). A maior parte dos indivíduos pode olhar o futuro e fazer hoje os investimentos necessários para permitir que amanhã retire os dividendos que lhes trarão maior satisfação, máxima vitalidade e uma vida melhor conseguida. Assim as escolhas de hoje são a capitalização de uma riqueza que recebemos e que podemos gerir para benefício nosso e dos outros.

Colocar a problemática da saúde desta maneira vai destituir a noção vigente atualmente: a noção dicotómica saúde-doença baseada no modelo homeostático de saúde de paradigma patogénico. Neste modelo é procurado o pathos (o mal). Assim neste paradigma patogénico, procura--se destruir o mal (a doença). E é graças a este modelo que muitos continuam a lamentar o seu pathos, o seu mal, depois de terem sido vistos pelo profissional de saúde.

Atualmente, e de um modo mais sofisticado, esta expressão patogénica encontra ênfase na determinação dos modelos multifatoriais, exprimindo-se usualmente em termos de fatores de risco (estudos epidemiológicos clássicos). Fundamental para o paradigma biomédico é o conceito de homeostase, introduzido por Cannon nos artigos redigidos entre 1926 e 1939. O organismo humano mantém-se numa condição relativamente estável pela acção de vários mecanismos de regulação complexa. No entanto, esta estabilidade (a homeostase) pode ser comprometida pela ação de patógenos e estressores que inviabilizariam a ação dos mecanismos de regulação, assim energindo a doença. Cannon (1939) abrangeu também a a homeostase social, estabelecendo analogias entre o corpo físico e o corpo social. Com o estudo também das organizações industriais, Cannon deu ênfase à grande dependência existente entre estados de estabilidade social (coletivo) e estados de saúde nos seus atores sociais (indivíduos).

3.3.3 O Paradigma da saúde (promoção da saúde)

O *paradigma de promoção à saúde* emerge mediante publicações científicas das diferentes áreas do saber (e.g. medicina, sociologia, psicologia). Os seus autores, que não dizem todos a mesma coisa, coexistem num mesmo espaço teórico ou em um mesmo programa de investigação (ou paradigma), unidos por idênticos compromissos que estão para além do seu objeto estrito de investigação.

3.4 A desordem na saúde dos indivíduos

3.4.1 O estresse

Bowles et al. (2000) definem que o estresse é uma resposta física e emocional a uma mudança. Embora a maioria das pessoas pensem que todos os estresses são tão ruins, ele pode ser positivo ou negativo. Um exemplo positivo de estresse é o evento do parto de um novo bebê. A morte de um ente querido é um exemplo negativo de estresse. O estresse também pode ser agudo (curto prazo) ou crônico (longo prazo). Estresse agudo pode ocorrer após um súbito e forte ruído, enquanto que o estresse crônico pode resultar em curso a partir de problemas financeiros. Estresse crônico está associado a uma série de condições, incluindo a insônia, depressão e problemas digestivos. Reações a um determinado estressor (um agente que provoca estresse) e variam entre os indivíduos. No entanto, o estresse afeta todos previsivelmente nas formas físicas. Ela provoca a liberação de certas substâncias químicas que aumentam a pressão arterial e frequência cardíaca, aumento da taxa metabólica, na preparação do corpo para uma "luta ou fuga" como resposta.

King (1988) afirma que o estresse pode ser causado por uma série de fatores, incluindo os eventos da vida, tais como serem despedidos do trabalho, e eventos diários, tais como o congestionamento do tráfego. Predisposição genética também pode desempenhar um papel na

forma como uma pessoa que lida com o estresse. Os sintomas de estresse podem ser físicos ou comportamentais. Sintomas comportamentais do estresse incluem dificuldade dormir (insônia) ou excesso de sono (hipersonia), pesadelos e irritabilidade. Sintomas físicos de estresse incluem ansiedade, depressão e dores de cabeça.

Os indivíduos devem procurar a assistência de um médico se os sintomas de estresse são alarmantes na natureza (por exemplo, coração batendo, falta de ar) ou impedir funcionamento profissional ou familiar diário. Devido aos muitos perigos físicos de estresse, estresse gestão tem sido proposto como um componente vital para o tratamento de várias condições relacionadas com o estresse.

Jones et al. (1991) registram que o cérebro, para dar origem ou gerenciar ações ou o pensamento, aciona algo em torno de cem bilhões de neurônios, sendo que cada neurônio pode se comunicar com até mil outros Neurônios. Toda essa comunicação, algo em torno de mil trilhões de possibilidades combinadas, é realizada por substâncias químicas, os neurotransmissores. O funcionamento requer energia, e seu cérebro, embora com apenas dois por cento do seu peso corporal, consome entre vinte um trinta por cento dos recursos energéticos disponíveis. O detalhe é que ele não possui nenhuma reserva, dependendo o tempo todo de um aporte periódico de energia e nutrientes. Não é possível modificar diretamente a estrutura do nosso cérebro mas pode-se modificar indiretamente seu funcionamento.

Estesse é o termo médico para uma resposta da pessoa à mudança física e emocional. Acomete indivíduos de todas as idades. Embora a maioria das pessoas tendam a ver todos os tipos de estesse como ruína, estesses podem ser positivos ou negativos. Como exemplos positivos incluem ter um novo bebê e iniciar um excitante novo emprego. Fontes de negativa estesse incluem divórcio, desemprego e batalhas jurídicas. Elas podem levar apenas um curto período de tempo para se adaptarem à mudança (estresse agudo), ou a adaptação pode ser mais gradual, o estresse crônico (BOWLES et al., 2000).

Estesse aguda é uma reação imediata a uma mudança que é percebida como ameaçadora (estressante). Fontes agudas de estesse pode ser representada por ser repentinamente “cortado” por um carro no trânsito, ou ouvir um forte o ruído, inesperado. Além de criar sentimentos como medo e / ou ansiedade na pessoa, o estesse também pode detonar o sistema de alarme do organismo, provocando uma "luta ou fuga" como resposta. Esta resposta de curto prazo prepara o corpo para lutar ou fugir de qualquer uma ameaça. Se todos os estressores forem agudos, as pessoas simplesmente respondem a uma ameaça imediata e, em seguida, seu corpo retornaria ao normal. No entanto, as pessoas encontram invariavelmente

muitas mudanças o que os torna difícil de restornar e recuperar, como o trabalho diário, as pressões financeiras implacável e disfuncional, relacionamentos de longo prazo. O tipo de experiência com estresse que as pessoas vivenciam por um longo período de tempo é chamado de estresse crônico.

Este autor define estresse crônico como um resultados das mudanças que deixa o corpo em um estado de maior consciência ou tensão. Mais cedo ou mais tarde, a fuga da energia no sistema fará com que o corpo procure a auto-reparação e à manutenção necessárias para uma boa saúde. O implacável desgaste trazido pelos hormônios liberados pelo estresse podem afetar o organismo, manifestado nos seguintes sistemas (BOWLES et al., 2000):

No sistema nervoso. Hormônios relacionados com o estresse crônico e persistente produzem sentimentos de desamparo, ansiedade e iminente castigo. A supersensibilidade existente no estresse crônico tem sido associado com uma grande depressão. Isto acontece com pessoas com depressão têm mais dificuldades para se adaptar aos efeitos negativos do hormônio cortisol, que é responsável por abastecer o organismo com a energia necessária para responder a uma situação estressante. Excesso de níveis de cortisol também podem levar a distúrbios do sono (ex., insônia) e redução do apetite sexual.

No sistema digestivo: O estresse crônico está associado a uma série de problemas digestivos, incluindo estomatites, azia, diarreia, úlceras, colite (inflamação cólon) e síndrome de cólon irritável (IBS). Estresse desencadeia esses problemas digestivos de várias maneiras. Hormônios do estresse podem atrasar a liberação do ácido do estômago e aumentar o tempo de demora para a digestão. Eles também estimulam o cólon, provocando o seu conteúdo para passar mais rápido. Excesso níveis do hormônio cortisol também pode levar a qualquer aumento do apetite ou perda do apetite³³.

³³ **No sistema imunológico.** O estresse crônico pode suprimir o sistema imunológico, resultando em mais alto de infecções respiratórias e outras doenças infecciosas, bem como reduzir o tempo de cicatrização. Indivíduos com sistemas imunes comprometidos (por exemplo, devido a doença) são ainda mais vulneráveis aos efeitos do estresse. Por exemplo, estresse podem afetar níveis de açúcar no sangue em doentes com diabetes, e pode desencadear surtos em indivíduos com o vírus herpes simplex. Inversamente, estresse também pode atacar o sistema imunológico a se tornarem hiperativo, em alguns casos.

No sistema cardiovascular: Excesso de quantidades de cortisol pode aumentar a frequência cardíaca do paciente e aumentar a sua pressão arterial, colesterol e triglicérides, colocando-os em maior risco de ataque cardíaco e AVC. **No sistema Muscular:** O estresse tem sido associado a espasmos musculares agindo no maxilar, pescoço, costas e ombros. **Em outros sistemas:** O estresse também está associado com elevação da pressão arterial, condições da pele (por exemplo, acne, urticária), asma, artrite, aumento da dor crônica.

Os efeitos do estresse variam em cada indivíduo

Reações a um estressor específico (um agente que provoca estresse) variam entre indivíduos. Por exemplo, algumas pessoas experimentam frustração e ansiedade quando confrontado com prazos enquanto que outras, não. Os processos químicos que ocorrem no corpo quando se percebe, contudo, são bastante consistentes entre todas as pessoas. A resposta do organismo a uma ameaça percebida (estresse) também é conhecida como a "luta ou fuga". Em situações de perigo físico, os receptores sensoriais da pessoa (por exemplo, olhos e orelhas) detectam a alteração e enviam mensagens para o cérebro (MAYO, 2005).

Estas mensagens basicamente instruem o cérebro para avaliar a situação e determinar se ele está ameaçado. Parte do cérebro associada à emoção, pode mandar um "alerta vermelho" entendida como percepção de uma ameaça. A parte do cérebro que responde à chamada de emergência e envia o aviso para o resto do corpo, ao fazer quatro coisas muito rapidamente. Primeiro, ele envia uma mensagem diretamente para o organismo liberar hormônios que através da corrente sanguínea aceleraram os órgãos do corpo, em preparação para a luta ou fuga. Por exemplo, a velocidade e força do batimento cardíaco irá aumentar significativamente. Em segundo lugar, libera uma substância para o corpo que recebe a mensagem e libera uma variedade de produtos químicos que abastecem o corpo com a energia necessária para a situação. Por exemplo, fechar temporariamente o sistema imunológico baixo.

Em terceiro lugar, mantém a pressão arterial elevada, de modo que o coração, músculos e cérebro podem obter o oxigênio necessário para o bom funcionamento quando se está frente a frente com o perigo. Fluidos são transferidos para áreas mais essenciais, como o cérebro e músculos. A capacidade de coagulação do sangue também aumenta, de forma que o organismo perca menos sangue / fluidos em caso de uma lesão. Por último promove o fornecimento de mais energia para o corpo (MAYO, 2005).

O estresse crônico carrega uma penalidade emocional, porque os sentimentos de raiva, medo, frustração e / ou ansiedade permanecem constantes. Devido aos muitos perigos físicos, a gestão do estresse tem sido proposto como um componente vital para o tratamento de várias condições relacionadas com este agravo de saúde (MAYO, 2005).

Por outro lado, estresse crônico carrega uma penalidade emocional, porque os sentimentos de raiva, medo, frustração e / ou ansiedade permanecem constantes. Devido aos muitos perigos físicos, a gestão do estresse tem sido proposto como um componente vital para o tratamento de várias condições relacionadas com este agravo de saúde (MAYO, 2005)

Causas do estresse

Segundo Bowles et al. (2000) várias pessoas são afetadas por diferentes tipos de mudanças e a estressores comuns (Agentes que causam estresse) onde se incluem:

Eventos da vida. Eventos como o divórcio ou separação, morte de um ente querido, infertilidade ou o nascimento de uma criança, em movimento, um grande revés financeiro e de emprego são comuns alterações estressores. Estes também pode resultar de se tornar vítima de um crime ou desastre natural. Indivíduos que testemunha ou experiências traumáticas, tais eventos podem desenvolver transtorno pós-traumático, um transtorno de ansiedade que envolve sentimentos de medo intenso, desespero e / ou horror trazido pela enfrentando ou assistindo um evento especialmente aterrador.

Eventos diários. Acontecimentos como congestionamento do tráfego, reuniões longas, as horas extraordinárias de trabalho, prazos, conflitos pessoais, problemas com automóvel, estresse do trabalho, malabarismos e as tarefas domésticas e crianças pode ser estressante para muitas pessoas.

Ambientes estressantes. Estressores ambientais comuns incluem poluição, ruído excessivo e meteorológicos extremos.

Estressantes Físicos. Dano físico, dor crônica e / ou doença, atividade física cansativa (por exemplo, viajar), e necessidades físicas insatisfeitas, como a fome, sede ou falta de sono, podem induzir estresse.

Estes autores citam que existem também algumas características que podem impedir uma pessoa que tem capacidade para lidar com a mudança, causando-lhes a experiência mais estresse. Estas características incluem:

Predisposição genética. Alguns fatores psicológicos podem inibir herdou a capacidade do indivíduo de lidar com a mudança.

Incapacidade de se adaptar. A maioria das pessoas são eventualmente capazes de se adaptar mais facilmente a uma mudança, como aprender a dirigir em uma rodovia movimentada em particular na parte da manhã. No entanto, algumas pessoas nunca são capazes desta adaptação e repetem cada evento físico intenso produzindo a mesma resposta.

Inadequada resposta ao relaxamento. Os hormônios do estresse de algumas pessoas não retornam aos níveis normais após um evento agudo de estresse. Os elevados níveis hormonais provocam prolongado desgaste e no corpo. Isto é especialmente comum em atletas altamente competitivo e os indivíduos com um histórico de depressão maior.

Idade. Ambos os jovens e os idosos tendem a ser mais suscetíveis a estresse que pessoas de outras faixas etárias. As crianças são particularmente vulneráveis porque elas muitas vezes têm pouco controle sobre a mudança e porque eles não podem comunicar os seus sentimentos bem o suficiente para ajudar a gerir o stress. Idosos são sensíveis, porque são muitas vezes expostos a múltiplos estressores importantes, tais como a perda de um cônjuge, problemas médicos, preocupações financeiras e / ou uma situação de mudança de vida.

Isolamento. Indivíduos que não possuem uma sólida rede social de amigos e familiares são mais propensos a ter problemas de adaptação à mudança.

Ambiente. Estresse podem ser relacionadas com o trabalho. Conflitos interpessoais com os outros dentro do ambiente ou relacionado ao trabalho são apenas dois exemplos. Pessoas com um elevado nível de responsabilidade, tais como controladores de tráfego aéreo, também estão propensas ao estresse.

Dejours (1992) enfatiza que a incidência simultânea de estímulos sobre o indivíduo, embora de naturezas diversas, podem gerar um estado no qual as exigências do ambiente excedem nossa capacidade de adaptação e o sistema biológico começa a falhar. Guimarães (2004) enfatiza o foco do estudo, sendo direcionado, justamente, para o papel da aptidão física do piloto de helicóptero do Exército como um facilitador que lhe permitirá suportar mais

satisfatoriamente as condições de adversidades impostas por suas missões. Um caminho de vasão de pressões emocionais e demais condicionantes geradores de estresse é o treinamento físico continuado e permanente. Esta ferramenta foi maciçamente investigada para o controle e combate ao estresse, visando à obtenção de dados que se configurassem como subsídios à elaboração de um programa complementar de condicionamento físico para este segmento profissional. Literaturas registram que o estresse não pode ser evitado, bem como uma quantidade correta de estresse é considerada como gerar benefícios sociais, ajudando as pessoas a ficarem alertas, focando-se mais na tarefa no mundo que os cerca. Esta forma de pensar aponta para sinais de alerta para as conseqüências desastrosas desta manifestação no trabalho desempenhado por pilotos de aeronaves³⁴.

Para os pilotos e outros tripulantes, mesmo sob condições normais, o ambiente de vôo carrega estressores, como o ruído, vibrações, diminuição da pressão barométrica, e forças de aceleração. Fadiga e alterações do sono-vigília ciclos também podem ser fatores, especialmente para os tripulantes vôo longos e com muitas escalas que abrangem várias vezes ocorrências desta ordem. Um piloto sai do Rio de Janeiro em dezembro sob intenso calor e pouso em Zurich sob intenso frio.

O estresse pode resultar em algum benefício ?

Um estudo enfatiza que o estresse é um mal de proporções devastadoras e que no caso da aviação pode influenciar de forma relevante a performance do controlador de uma aeronave e a sobrecarga de agentes estressores pode ser considerada um fator importante para eclosão do estresse patológico no trabalho³⁵ Mas como se pode saber a graduação destes vetores?

³⁴ *A maior influência sobre o estresse está no cérebro, na medida em que é ele que interpreta e reage aos acontecimentos da vida e literalmente controla até a mais distante célula do corpo. Nem uma única célula do organismo está fora de controle do cérebro, que interfere diretamente com pequenos filamentos nervosos ou então regulando a produção e liberação dos hormônios. Mas não é só a interpretação do que acontece que gera o estresse. O excesso de agressores a que todos nós estamos sujeitos também provoca uma sobrecarga no corpo como um todo, e o cérebro em particular, gerando desequilíbrio e mau funcionamento. Respostas a estresse diferem entre indivíduos. Algumas pessoas tornam-se estressadas em resposta a pequenas ocorrências diárias, enquanto outros lidam praticamente com tudo sem nenhuma indicação de estresse. Genética pode ser parcialmente responsável pelas diferenças. Os genes que controlam a resposta a estresse mantem a maioria das pessoas sobre um mesmo prumo, apenas ocasionalmente um ou outro entram em combate ou fuga. Mayo (2005) registrou que a hiperatividade ou subatividade podem ser resposta a estresse e podem derivar ligeiras diferenças nos genes. As experiências da vida podem aumentar a sensibilidade ao estresse também. Fortes reações a estresse por vezes pode ser atribuída a fatores ambientais precoces. Pessoas que foram expostas a estressores como as crianças tendem a ser particularmente vulneráveis a estresse como adultos.*

³⁵ *Internationals Journal of Applied Aviation Studies, Federal Aviation Administration Academy, Oklahoma, 2004 (35-42).*

Estudos conectam fadiga a falhas do piloto

Um estudo de 1985 de mais de 700 aviadores E.U. Naval³⁶, que estiveram envolvidos em acidentes de aeronaves, 381 estavam mais propensos a ter problemas com as relações interpessoais - um dos sintomas, muitas vezes apresentada por alguém que não lida bem com o estresse e os 356 aviadores não tiveram nenhuma culpa nos seus percalços. Um relatório sobre o estudo, disse que os dados mostraram que no grupo de aviadores causalmente envolvidos, também são mais prováveis de serem líderes fracos, por serem menos maduros e estáveis, à falta um senso adequado de suas próprias limitações e falta de profissionalismo e da capacidade de avaliar situações incômodas. Além disso, eles são mais propensos a ter problemas financeiros, com as relações interpessoais, com superiores e pares, e de beber em excesso ou ter recentemente reduzido ou eliminado a sua ingestão de álcool. Eles foram submetidos a uma recente mudança de personalidade. Parece também que há certos fatores de personalidade que se manifestam em alguns aviadores mais suscetíveis aos efeitos negativos do estresse, como foi evidenciado na forte possibilidade deste piloto efetuar um erro humano e um acidente potencial³⁷. Tais fatores como a falta de maturidade, no sentido de suas próprias limitações e incapacidade de avaliar situações potencialmente problemáticas são mais prevalentes entre aqueles onde são atribuídos, posteriormente, falhas em um acidente aéreo.

O Estresse doméstico influencia o estresse no trabalho

Pesquisadores estudaram os efeitos do estresse no trabalho relacionado com o estresse doméstico sobre o desempenho dos pilotos. Um estudo baseado em um questionário aplicado a 19 pilotos de helicóptero da Guarda Costeira nos Estados Unidos, concluiu que, como o estresse em casa aumenta, o estresse no trabalho também. Pilotos sob estresse em casa sentiam-se cansados e preocupados no trabalho³⁸ (FIELDLER et al. 2000). Os autores do relatório indicaram que a auto-percepção dos pilotos sobre seu desempenho diminuiu. E prosseguem dizendo que os pilotos entrevistados identificaram as suas principais estratégias de enfrentamento como uma relação conjugal estável, uma vida familiar estável e capacidade para falar com a cônjuge sobre compreensão. O primeiro sinal de aviso denota um sofrimento

³⁶ *Flight safety foundation • human factors e aviation medicine • jan.–february 2006(5-8).*

³⁷ *Em uma análise de uma grande amostra de acidentes por este autor no trabalho de elaboração da monografia para obtenção do grau de mestre, verificou-se que o número de pilotos que se identificam com esta situação é significativa.*

³⁸ *Fiedler, E.R.; Della Rocco, P.S.; Schroeder, D.J.; Nguyen, K. The Relationship Between Aviators' Home-based Stress to Work Stress and Self-perceived Performance. DOT/Federal Aviation Administration/AM-00/32. Oklahoma City, Oklahoma, U.S, Civil Aerospace Medical Institute). Oct. 2000.*

psíquico e podem ser mais evidente e agravado nas atividades diárias de trabalho onde pode ser evidenciado por erro de pilotagem, concluiu o relatório. Se forem reconhecidos os sinais de alerta precoce no trabalho, que eram sintomáticos pelo estresse doméstico, poderiam fornecer uma intervenção providencial e temporal antes de uma ocorrência mais grave como diminuição do desempenho em vôo.

Consequências do estresse

Investigações estimam que mais de 40 por cento dos adultos experimentam efeitos adversos à saúde associados com o estresse e que mais de 75 por cento das visitas aos consultórios médicos ocorrem devido a problemas relacionados ao estresse. Estes problemas podem ser relativamente pequenas como dentes cerrados ou cansaço, mas eles também podem ser fatais. Por exemplo, o estresse está associado a doenças cardíacas e doenças que envolvem o sistema imunológico, bem como acidentes e suicídios³⁹.

A “pressão” errada

Um estudo realizado pela Federal Aviation Administration (2000) revelou que os vários tipos de personalidade da figura do comandante (chefe da tripulação / equipe de vôo) chamado “capitão” influencia a quantidade de estresse na tripulação. Durante a realização de um estudo com 24 tripulações em operações de linha aérea, incluindo as operações de emergência, e em um Boeing 737 simulador foram testados para a percepção estresse. As tripulações que o menor cometeu erros relatados experimentaram menos tensão do que tripulações que cometeram mais erros. As tripulações com menos erros normalmente eram liderados por comandantes que foram categorizadas no relatório sobre o estudo, como exercendo a “pressão correta” (por exemplo, foram descritos como "ativo, severo, confiante, competitivo, excelência e preferindo desafios ") (FIELDLER et al., 2000).

Outros comandantes foram categorizados como possuindo nem a "pressão errada" (por exemplo, foram descritos como arrogante, autoritário, emocionalmente invulnerável,

³⁹ *O estresse também pode agravar uma série de condições médicas, incluindo doenças gastrointestinais e asma, alguns médicos especialistas acreditam que o estresse pode ser um fator de desenvolvimento de câncer*³⁹. (MILLER, 2006) (The Harvard Medical School report). Este relatório do registra que que as implicações generalizadas de estresse incluem efeitos diretos a longo prazo tais como a supressão do sistema imunológico, retardando a cicatrização de feridas, ou constrição dos vasos sanguíneos principais, gerando efeitos indiretos sobre o comportamento. Comer demais, fumar, beber demais, não exercitar-se e outros comportamentos de risco.

impaciente, irritável, preferindo a excelência e desafiar tarefas, e ter limitado a relação interpessoal e insensibilidade) ou "não exercendo nenhuma pressão" (por exemplo, foram descritos como "tímidos, subservientes, baixa auto-estima, baixo desejo de tarefas desafiadoras e baixo desejo de excelência").

Síndrome da “ Adapção geral’

Pesquisas da *Harvard Medical School Stress Control* intituladas *Techniques for Preventing and Easing Stress* (2002) estudaram o estresse por muitas décadas, mas não foi antes da década de 1940 que Hans Selye, endocrinologista da Universidade McGill, em Montreal, Quebec, Canadá, desenvolveram a "teoria da síndrome de adaptação geral" onde, segundo esta teoria, o estresse se desenvolve em três fases:

- a. A reação de alarme significa um choque inicial, em que a resistência de um indivíduo é reduzida, na qual os mecanismos de defesa do indivíduo são ativados;
- b. A resistência é a fase de adaptação no ponto máximo, se a adaptação bem sucedida, as funções do corpo do indivíduo retornam ao normal e,
- c. A exaustão, se o estressor persistir ou se os mecanismos de defesa falhar, na qual os mecanismos de defesa entram em colapso.

Pesquisas posteriores descobriram que uma ou mais fontes de estresse - em casa ou no trabalho - em combinação com os traços de personalidade como a competitividade e a impaciência (geralmente descritos como elementos de um tipo "A" de personalidade"), podem levar a uma variedade de "manifestações de estresse", como uma doença física ou doença mental ou a insatisfação com o emprego ou com o casamento. Para os pilotos, onde sua profissão tem sido identificada como das mais estressantes, o estresse pode ocorrer quando as demandas operacionais ultrapassam a capacidade física e / ou a capacidade mental. Nessas situações, os pesquisadores têm assumido que os pilotos com "uma sobrecarga de informações" têm o risco de estresse aumentado relacionado com erro de desempenho

(BOWLES, 2000)⁴⁰.

3.4.2 A ansiedade

Cooper et al. (1981) apud Billings (1984) analisaram acidentes de transporte a jato em todo o mundo referente ao período de 1968 a 1976, e encontraram cerca de 60 casos em que falhas de desempenho da tripulação e de processo decisório é fundamental para o desempenho enquanto um papel central. Os resultados apresentados por estes autores estão relacionados com a fadiga e cansaço, que também estão relacionados à privação do sono, assincronia circadiana, e à falta de uma boa nutrição. Argumenta-se ainda que o cansaço não causa perda da habilidade de voar a aeronave, mas pode ter efeitos desastrosos sobre julgamento e a função de tomada de decisão.

Ansiedade é uma desordem mental em que os pacientes sentem medo excessivo ou desconforto durante situações em que a maioria das outras pessoas não sentem estes sintomas. Normalmente, a ansiedade faz parte do sistema de alarme do corpo como um sinal de perigo causa um fornecimento de energia extra para ajudar a realizar uma tarefa. No entanto, as pessoas com transtornos de ansiedade tem uma experiência de incapacidade e de angústia que reduzem drasticamente a sua produtividade e diminuem significativamente a sua qualidade de vida e capacidade de exercerem suas atividades profissionais usuais. A ansiedade é também um sintoma de outros distúrbios referentes à saúde mental, das condições físicas e pode ser um efeito colateral de alguns medicamentos e substâncias, incluindo álcool e drogas recreacionais. Um transtorno de ansiedade é diagnosticado quando a ansiedade é o principal sintoma que requer a ajuda de um profissional que trata a saúde mental.

Tipos e diferenças de ansiedades

Os transtornos de ansiedade estão entre os mais comuns de transtornos mentais. Há cinco principais categorias de transtornos de ansiedade⁴¹:

⁴⁰ Bowles, Stephen; Ursin, Holger; Picano, James. "Aircrew Perceived Stress: Examining Crew Performance, Crew Position and Captains Personality." *Aviation, Space, and Environmental Medicine* v. 71 (Nov. 2000). (23-28).

⁴¹ Fiedler, E.R.; Della Rocco, P.S.; Schroeder, D.J.; Nguyen, K. *The Relationship Between Aviators' Home-based Stress to Work Stress and Self-perceived Performance. DOT/FEDERAL AVIATION.*

Transtorno de ansiedade generalizada. Diagnosticada quando uma pessoa se preocupa excessivamente com todos os tipos de questões da vida (por exemplo, saúde, família, dinheiro, trabalho) por mais de seis meses.

- O transtorno obsessivo-compulsivo. Diagnosticado quando uma pessoa é incapaz de controlar os pensamentos intrusivos e não desejados (obsessões) e / ou parar de executar ações rituais (compulsões), como a lavagem repetitiva das mãos.
- O transtorno de pânico - Diagnosticado quando uma pessoa apresenta regularmente experiências de ataques de pânico - episódios súbitos de medo e ansiedade que costumam durar entre 10 e 30 minutos e podem causar sintomas físicos, tais como batimentos cardíacos acelerados, transpiração excessiva e falta de ar.
- Fobias- Diagnosticadas como medo quando uma pessoa tem extrema e irracional de objetos ou situações que na realidade representam pouca ou nenhuma ameaça para eles.
- Desordem referente a estresse pos-traumatico- Diagnosticada quando um paciente que sofreu um evento extremamente traumático, como a guerra, o estupro, abuso de crianças ou de uma catástrofe natural mais tarde começa a ter pesadelos, visões do fato ocorrido, depressão e / ou outros sintomas.

As causas exatas da maioria dos transtornos de ansiedade é desconhecida. No entanto, uma combinação de fatores psicológicos, fatores biológicos, genéticos e ambientais podem ser os responsáveis. Pacientes com diagnóstico de transtornos de ansiedade têm várias opções de tratamento eficazes. Em muitos casos, uma combinação de psicoterapia e medicamentos é o melhor caminho. As pessoas com esses distúrbios podem tê-la de forma crônica, intensa e irracional regularmente, ou mesmo diariamente. Como resultado, os transtornos de ansiedade reduzem seriamente a qualidade de vida, prejudicando a capacidade de uma pessoa para trabalhar, viajar ou formar e manter relacionamentos interpessoais. Normalmente, a ansiedade faz parte do sistema de alarme do corpo, alertando para o perigo de uma pessoa onde busca, internamente em sua máquina biológica, o fornecimento uma energia extra para ajudar a

realizar uma tarefa. No entanto, algumas pessoas experimentam ansiedade por nenhuma razão em particular, ou desproporcional como a ameaça real. Algumas dessas pessoas podem ter um distúrbio de ansiedade. Outros podem experimentar ansiedade em conjunto com outro transtorno mental, como depressão, ou como um efeito colateral dos medicamentos prescritos.

A depressão é também freqüentemente associada com transtornos de ansiedade. Os sintomas da depressão podem incluir sentimentos de tristeza, desesperança e baixa energia. Apesar do fato de que muitos transtornos de ansiedade são altamente tratáveis, apenas um terço daqueles que experimentam os sintomas realmente visitam um médico, segundo a OMC (COOPER et al., 1980). Os pacientes que foram submetidos a um tratamento para transtorno de ansiedade nem sempre encontram resultados eficazes. A maioria dos casos de transtorno de ansiedade que não respondem a uma forma de tratamento irão responder a outro e novas abordagens para esta disfunção estão surgindo o tempo todo .

Desordem na saúde causada pelo pânico.

Diagnosticado quando uma pessoa regularmente sofre experiências de ataques de pânico - episódios súbitos de medo e ansiedade que costumam durar entre 10 e 30 minutos e causam sintomas tais como batimentos cardíacos acelerados, transpiração intensa e falta de ar. Em alguns casos, o transtorno do pânico pode ser acompanhado de agorafobia, uma condição em que os pacientes medo de ser pego em um lugar ou situação em que a fuga pode ser difícil, ou ficar preso em circunstâncias em que a ajuda médica pode não estar disponível. Em outros casos, o transtorno do pânico realmente provoca agorafobia⁴².

⁴² *A agorafobia é o comportamento de evitação provocados por lugares ou situações onde o escape seria difícil ou embaraçoso caso se tenha uma crise de pânico ou algum mal estar. Características: A relação entre a agorafobia e o pânico é muito próxima. Existe transtorno do pânico sem agorafobia, mas a agorafobia sem pânico é rara, havendo até mesmo quem afirme que não existe agorafobia isoladamente. De 1/3 a 1/2 dos pacientes com pânico apresentam agorafobia. As crises de pânico são bastante desagradáveis, mas não afetam o ritmo de vida como a agorafobia faz: torna os pacientes dependentes de outras pessoas para sair de casa e fazer as coisas mais elementares. A agorafobia pode impedir o paciente de ir ao trabalho, ao médico, de ajudar quem dele precisa. Pode até impedir o paciente de comparecer a compromissos importantes. A agorafobia pode tanto se manifestar de forma específica ou generalizada. Os lugares específicos mais freqüentemente atingidos pela a agorafobia são os túneis, passarelas, pontes, avenidas largas ou rodovias; pode se manifestar pelo medo de multidões como nos shopping centers, restaurantes, filas, cinemas, teatros, elevadores. A limitação eventual incomoda pouco, mas quando atinge locais essenciais como ônibus, carros, metrô ou trens a vida do paciente fica bem mais comprometida. (Ghosh, A.; e Marks, I.M. (1987). Self-treatment of Agoraphobia by exposure. Behavioral Therapy, 18: 03-16.).*

Fatores de risco e causas de ansiedade

Pacientes com diagnóstico de uma forma de distúrbio de ansiedade, muitas vezes também são diagnosticados com transtorno de ansiedade secundário como outras desordens de saúde mental, como depressão, transtornos alimentares ou de abuso de substâncias. Alguns principais sintomas associados com transtornos de ansiedade são os seguintes (quadro 1):

Condição	Sintomas
Desordem do pânico	Episódios recorrentes de ataques de pânico que apresentam rápido ou batendo batimentos cardíacos ou palpitações, suores pesados e falta de ar
Fobias	Fobias e medos irracionais de algo que na verdade representam pouco ou nenhuma ameaça.
Transtorno obsessivo-compulsivo	Exemplos de transtorno obsessivo-compulsivo periódico e pensamentos ou impulsos persistentes – onde incluem excesso de lavagem das mãos ou verificar várias vezes para certificar se o fogão está desligado
Desordem ou transtorno/estresse pós-traumático	<i>Flashbacks</i> , pesadelos, torpor emocional, dores de cabeça, tontura, dor no peito
Estresse (agudo) de ansiedade	Ansiedade, dissociação e outros sintomas dentro de um mês de exposição ao trauma
Transtorno de ansiedade generalizada	Preocupação excessiva, irritabilidade, agitação, fadiga, tremores

Quadro- 1- Sintomas associados com transtornos de ansiedade

A causa exata da maioria dos transtornos de ansiedade é desconhecida. Uma conjunção de fatores psicológicos, biológicos e ambientais podem ser responsáveis. Acredita-se que a hereditariedade também tem um papel em muitos transtornos de ansiedade. A combinação da hereditariedade e da ansiedade pode variar. Uma investigação está em curso sobre como o cérebro cria sentimentos de ansiedade e medo. A maioria dos transtornos de ansiedade começam na infância, adolescência ou início da idade adulta. Em muitos casos, distúrbios de ansiedade afetam as mulheres mais frequentemente do que os homens. No entanto, em outras doenças - como o transtorno de ansiedade social - as percentagens são quase iguais. Os cientistas acreditam que uma estrutura em forma de amêndoa funciona como uma central que coordena as mensagens entre as partes do cérebro que processa a entrada de sinais sensoriais e as peças que interpretam esses sinais. Quando uma ameaça acontece provocam ansiedade ou medo. Outra estrutura do cérebro chamada hipocampo também ajuda a processar os sinais de

ameaças. Pesquisas mostram que pessoas que sofreram estresse severo (como abuso infantil, ou experiência de combate), parecem ter um hipocampo menor⁴³ (ALKOV et al., 1985).

Diagnóstico para identificar ansiedades

Alkov et al. (1985) afirmam que, em alguns casos, os pacientes podem não ter a percepção que têm um transtorno de ansiedade e que precisa visitar um médico por causa dos sintomas. Um paciente com transtorno do pânico pode recorrer ao médico acreditando que os sintomas tais como desconforto no peito, palpitações e falta de ar indicam um problema de coração ao invés de um distúrbio de ansiedade. Em tais casos, o médico terá que descartar a possibilidade de uma doença médica subjacente, como doença cardíaca antes de suspeitar que um transtorno de ansiedade pode estar causando os sintomas físicos. Os exames de sangue, tais como um hemograma completo e exames como ecocardiograma (imagem de um coração produzido pelo ultra-som) pode ser usado para excluir certos problemas cardíacos. Em outros casos, os doentes podem não sentir sintomas físicos aguda, mas podem relatar desconforto ou ansiedade. Estes pacientes podem achar que a ansiedade está interferindo com as suas vidas e que requerem um tratamento médico para ajudar a aliviar o problema⁴⁴. Além disso, para diagnosticar um transtorno de pânico, os sintomas não devem ser causados por uma condição médica geral ou pelo uso de substâncias, e não pode ser melhor explicada por outro transtorno de ansiedade ou por outras doenças mentais. Um paciente que parece ter um transtorno de ansiedade pode ser encaminhada para um profissional de saúde mental, como um psiquiatra para confirmar o diagnóstico e tratamento do transtorno. Especialistas em saúde mental podem estabelecer um diagnóstico para um ou mais transtornos de ansiedade ou outra doença mental, como depressão (ALKOV et al., 1985).

⁴³ Alkov, Robert A.; Gaynor, John A.; Borowsky, Michael S. "Pilot Error as a Symptom of Inadequate Stress Coping." *Aviation, Space, and Environmental Medicine* v. 56 (Mar. 1985 (13-7)).

⁴⁴ Na maioria dos casos, um médico irá realizar um exame médico completo e compilar uma história médica completa. Uma vez que as outras tenham sido excluídas, o médico pode diagnosticar um distúrbio de ansiedade se determinados critérios estão presentes. Todos os transtornos de ansiedade têm suas próprias características específicas. Por exemplo, um transtorno do pânico é diagnosticado quando o paciente tem de repetitivos ataques de pânico inesperados e quando por um mês ou mais depois de pelo menos um ataque, o paciente tem um ou mais dos seguintes procedimentos: Constante preocupação com futuros ataques, preocupações sobre o significado de ataques futuros e suas possíveis conseqüência e mudança de comportamento para reduzir a probabilidade de futuros ataques

Prevenção para ansiedade

Embora os transtornos de ansiedade não podem ser evitados, eles podem ser gerenciados de forma mais eficaz, tomando medidas que podem reduzir os sintomas. As técnicas de relaxamento como a meditação, relaxamento muscular, respiração e técnicas de imaginação dirigida pode ajudar as pessoas com transtornos de ansiedade. Ter tempo para participar em atividades de lazer e de recreio pode ajudar a restaurar o equilíbrio para a vida dos pacientes, deixando-os menos vulneráveis à ansiedade, estresse e pânico. Alimentar-se de uma dieta saudável, exercícios físicos e evitar certas substâncias - como alguns tipos de medicamentos, cafeína, anfetaminas e maconha - podem reduzir a probabilidade de adquirir sintomas relacionados à ansiedade.

Os grupos de apoio também podem ajudar os pacientes a aliviar sua ansiedade. Estas são as sessões em que as pessoas com transtornos de ansiedade confessam suas próprias experiências e oferecem incentivo e compreensão para os outros participantes do grupo (ALKOV et al., 1985).

3.4.3. *A depressão*

Segundo Powers et al. (2002) depressão é por vezes referida como a banalidade da doença mental. É uma doença debilitante, com significativos custos sociais e é um das mais claramente definidas e tratáveis doenças mentais. Tecnicamente, o termo "depressão" é usado para cobrir uma variedade de condições sintomáticas, todas caracterizadas por um humor negativo e perda do prazer. Juntas, essas condições correspondem a um espectro que vão desde a depressão maior até às reações de adaptação ao luto e tristeza. Em um extremo desse transtorno depressivo maior, uma síndrome caracterizada por episódios severos de humor depressivo acompanhada por perda de sono, o apetite, concentração, energia e esperança. O mau humor deve persistir por mais de duas semanas, a fim de justificar esse diagnóstico. No outro extremo encontra-se o diagnóstico de distímia⁴⁵, que é caracterizada por um menor grau de perturbação do humor que persiste cronicamente, isto é, envolvendo mais dias do que não

⁴⁵ *DISTÍMIA - estado crônico de depressão. Transtorno depressivo de personalidade. A distímia é uma doença do humor, como a depressão, porém ocorrendo de uma forma crônica, com a persistência de tristeza por longo tempo (pelo menos dois anos), durando a maior parte do dia, na maioria dos dias. © Copyright 2001,2002,2003, 2004,2005,2006, 2007,2008,2009 - ABC da Saúde Informações Médicas Ltda*

para um período de dois anos ou mais. Muitos pacientes queixam-se de humor deprimido, mas não se encaixam perfeitamente em qualquer uma destas duas categorias. Estes sintomas dos pacientes são freqüentemente melhor contabilizada como uma reação a um estressor agudo. Estas reações são geralmente não-patológicas e se resolvem com o tempo, mas podem constituir uma reação de ajustamento, se o funcionamento normal é suficientemente perturbado.

A depressão é tanto comum e tem uma prevalência de 5 a 10 por cento das mulheres e 2 a 5 por cento dos homens. É um transtorno dispendioso tanto em termos diretos e indiretos e a depressão desenvolve um maior grau de incapacidade funcional do que muitas doenças médicas, incluindo a diabetes, doença pulmonar crônica e artrite. Os custos adicionais à sociedade resultam do efeito da depressão não tratada no tratamento de doenças médicas e contribui para o maior tempo de internação e morbidade. Isto tem sido particularmente bem demonstrada no tratamento do infarto do miocárdio (ataque cardíaco), onde a presença de depressão maior tem sido consistentemente encontrada para aumentar a mortalidade.

A doença depressiva resulta de uma combinação de fatores biológicos e psicológicos. O componente biológico é fortemente sugerido pela alta concordância genética dos transtornos depressivos. No século XXI, existem várias teorias diferentes sobre a natureza dessa contribuição genético / biológica, mas os dados disponíveis ainda não indicam a natureza específica da doença (POWERS et al., 2002).

O componente psicológico é igualmente sugerido pela correlação de início de mais depressão, com eventos de vida negativos e com o aumento do risco de depressão em indivíduos que sofreram abuso na infância. Uma variedade de teorias psicológicas existem e estão ligadas a modelos de tratamento psicoterápico. Psicoterapeutas interpessoais, por exemplo, enfatizam o papel do luto devido à perda de uma relação importante ou uma transição de papéis sociais (por exemplo, a transição da vida ativa para a aposentadoria ou do casamento ao divórcio). Os terapeutas cognitivos enfatizam uma ideia pré-concebida que interpreta os eventos de vida em um caminho que leva à depressão. Como alternativa, buscam terapeutas psicodinâmicos para os caminhos que os processos inconscientes de enfrentamento e repetitivos padrões relacionais acabam por resultar em efeitos negativos. Um mecanismo comumente postulados inclui a transformação de raiva dentro em si mesmo⁴⁶. Powers et al. (2002) prosseguem registrando que tratamentos da depressão por meio biológico e

⁴⁶ Por exemplo, uma mulher deprimida pode sentir-se como crítica de si mesma, em vez de dirigir sua raiva em relação a um cônjuge abusivo.

psicológico existem e têm sido eficazes⁴⁷. Na aviação, é conhecido o fato⁴⁸ que estes desempenham um grande esforço necessário para administrar e realizar ações com a interface, como monitoração, precisão na aplicação dos comandos e manutenção de um permanente modelo mental coerente com as inovações da automação. Mas que tornam o humano vulnerável a muitas situações onde erros podem ocorrer. Uma frustração profissional deste humano enquanto piloto devido à redução da necessidade de controlar totalmente a aeronave e praticamente abandonar os reflexos e procedimentos de um piloto que tem a aeronave sob suas mãos e conforme sonhou atuar profissionalmente e como aprendeu a voar, o predispõe à depressão (POWERS et al., 2002).

O estado de saúde geral do piloto que está envolvido no sistema de aviação, particularmente o aspecto psicológico, sua disposição, vigor e energia, não recebe a devida atenção, mesmo sendo este um elo essencial deste complexo sistema de transportes e grande responsável pela segurança no setor. As longas jornadas e variações constantes nos horários de trabalho por turnos, a inexistência de um tempo hábil para a adaptação do ciclo circadiano e homeostase, ou ainda a fadiga do piloto, pouco são ressaltados como elementos a serem considerados como importantes, tanto quanto são considerados os equipamentos e procedimentos, na segurança de vôo. A necessidade de maior produtividade e competitividade das empresas aéreas, que buscam acompanhar as exigências do mercado, poderão também representar um complicador para a segurança operacional. Licati et al. (2010) realizaram uma pesquisa de campo onde entrevistaram 91 pilotos da aviação comercial brasileira. Evidenciou-se que a madrugada mostrou-se o horário mais crítico e desfavorável ao piloto, pois tensão, depressão, raiva e fadiga mostraram-se em níveis significativamente altos (e superiores a outros horários) (LICATI et al., 2010).

⁴⁷ Um número de diferentes medicações antidepressivas têm sido desenvolvidas, incluindo a monoamina oxidase (MAO), antidepressivos tricíclicos e inibidores seletivos de recaptção de serotonina (ISRS). Estes medicamentos têm demonstrado eficácia no tratamento e de episódios de depressão aguda e na prevenção de recaídas. Uma variedade de terapias psicológicas também são empregadas no tratamento da depressão. A psicoterapia interpessoal e psicoterapia cognitivo-comportamental são modelos psicoterápicos desenvolvidos para a terapia da depressão. Estes tendem a ser entregues em forma de semi-estruturada breve tratamentos, de duração inferior a um ano de duração. Uma vantagem desses métodos é que eles foram bem testados em ambientes de pesquisa e têm uma longa história de eficácia em pacientes adequadamente selecionados. Existe também algum consenso clínico que a longo prazo a terapia psicodinâmica (ênfatisando os processos mentais inconscientes) também é útil, principalmente quando o transtorno de humor existe no contexto de um transtorno de personalidade de longa data (POWERS et al., 2002).

⁴⁸ Tema velado e inconfessável pelos pilotos por medo de demérito. (opinião do autor).

3.5 Fenomenologia atmosféricas no vôo de aeronaves e os impactos na saúde

Este segmento do trabalho relaciona os aspectos característicos da profissão. Os problemas podem eventualmente erodir lentamente através dos tempos o ser humano piloto de avião, contaminando em um invisível processo gradual, deformando mental e fisicamente os indivíduos ligados à profissão de vôo. Para isto, muitos saberes científicos, conhecidos, são muitas vezes negligenciados ou hegemônicos sem permitir uma visão sistêmica do trabalho do piloto de avião. Os fundamentos da ergonomia, os estudos fisiológicos e os agravos em saúde física e mental que podem perturbar e gerar disfunções operacionais no posto de trabalho na cabine de aeronaves e causar possíveis acidentes para os aeronautas pilotos de aeronaves.

3.5.1 A Força da gravidade

Como cita Watson (2005), **G-LOC** é um termo abreviado significado Gravidade-induzida (do termo inglês "**G-Induced Loss Of Consciousness**") e perda de consciência. A letra G representa a aceleração que está sendo experimentado, por exemplo, o G1 existe enquanto estamos ainda no nível do mar ou o 2G em uma curva inclinada de 60 graus. A G que pretendemos apresentar é tecnicamente denominado (+ Gz) e ocorre quando o corpo é acelerado na direção oposta. É também chamado de G positivo e a íris do globo ocular fica baixa supostamente indicando a direção em que seus olhos tendem a se mover quando está experimentando aceleração positiva Gz. Estando ainda no solo nosso corpo tem a experiência 1 Gz, devido à atração gravitacional da Terra, enquanto a íngreme inclinação lateral de 60 graus, por sua vez sujeitos nos 2 Gz, e, inversamente, um *loop* que pode nos expor a -3 ou -4GZ, sendo oposta em direção ao + Gz. Na manobra com atuação de G+, o sangue refui da cabeça e o piloto pode desfalecer por alguns segundos, que podem ser fatais se ocorre em baixa altitude.

O ser humano é essencialmente um animal terrestre, projetado para ganhar a vida em um ambiente onde a gravidade tem um valor conceitual igual a um⁴⁹ e não é projetado

⁴⁹ Ou de valor de aceleração ao nível do mar com igual a 9,8 metros por segundo ao quadrado, pontuado por ocasionais rajadas curtas de aumento (+Gz) ou menos (G) quando o indivíduo corre, salta ou cai.

biologicamente para tolerar a prolongados aumentos de aceleração em manobras de aeronaves. Para fazer isso deve praticar regularmente, fazer esforço físico extenuante, e ocasionalmente empregar ajudas mecânicas. Mesmo assim, nossa tolerância de + G é apenas marginal.

O mecanismo básico do G-LOC não é muito difícil de entender. O cérebro e os olhos necessitam de oxigênio e açúcar (glucose) para funcionar corretamente, ambos têm uma reserva muito pequena de açúcar e praticamente não tem oxigênio armazenado. Uma fonte constante de ambos os nutrientes, através da corrente sanguínea, é necessária para a função normal do cérebro e olhos. O sangue é bombeado constantemente à cabeça, contra a gravidade, pelo coração. Este arranjo funciona bem até que o corpo é exposto a um aumento + **Gz** que força o sangue para fora da cabeça, não importa o quanto mais o coração precisa e pode trabalhar. Se a + **Gz** é de intensidade suficiente por um tempo muito longo, pouco ou nenhum fluxo de sangue atinge a cabeça, os olhos e o cérebro quando perde o seu açúcar limitado e o suprimento de oxigênio, então deixa de funcionar. Nesta ocasião o indivíduo sofre **G-Loc** (perda induzida de consciência). Esta é uma explicação simplista. Uma mais correta definição de Medicina de Aviação **G-Loc** é "um estado de percepção alterada onde a consciência da realidade está ausente, como resultado da redução súbita e crítica da circulação sanguínea cerebral causada pelo aumento da força gravitacional **G** (WATSON, 2005).

Histórico da percepção da importância da força da gravidade na aviação

G-Loc (gravidade-induzida) não é meramente um produto da nossa era moderna, com aviões de combate em movimento viando a várias centenas de nós⁵⁰ e mantendo até 12 Gz. **G-Loc** está convivendo conosco quase tanto tempo quanto quanto o homem tem tentado se aventurar em vôo em linha reta e nivelado em suas máquinas voadoras mais pesadas que o ar. Um artigo, publicado pela primeira vez em 1919, por um acadêmico graduado com doutorado descreve o problema do **G-Loc** com precisão, mas usa o nome do efeito em seres humanos como "desmaio no ar". Este artigo documentou este fenômeno em aeronaves como o Sopwith Camel e o Triplane Sopwith. Antes de 1920 experimentos foram realizados em aeronaves e sabemos que o **G-Loc** "durou cerca de 20 segundos" e ocorreu quando 4,5 - 4,6 G foi atingido (VAN PATTEN, 1996).

Durante a década de 1920 competidores no Pulitzer e corridas de troféu Schneider foram

⁵⁰ Um **NÓ (knot)** é usado (mas não sempre) na aviação como uma medida de velocidade. 1 nó = 1 milha náutica/hora = 1852 metro/hora = 1,852 quilômetros/hora.

documentados como portadores **G-Loc** e os fenômenos estreitamente ligados, do *greyout* e *Blackout* (discutidos adiante) durante o jejum torna necessário nestes eventos. Foi durante este período que as manobras foram encontrados esforçando para melhorar a tolerância G de um piloto. É bem conhecido na comunidade que trata de medicina na aviação que alguns aviões de combate da época da primeira Guerra mundial eram capazes de atingir pelo menos 4,5 Gz onde acontecia um fenômeno chamado "desmaio no ar" e isso seria ingenuidade o piloto estar relaxado e desprotegido ao executar manobras com a aeronave que geravam fenômenos Gs. Também está documentado que o vencedor do Pulitzer 1922 do *Air RaceFFF* sofreu repetidos apagões de consciência quando o avião atingia uma velocidade de mais de 200 milhas por hora enquanto estava imprimindo mais de 7 Gz nas manobras⁵¹.

Os combatentes da linha de frente de meados da década de 1930 devem ter tido pelo menos uma capacidade Gz- 7(sete vezes a força da gravidade). Felizmente para os pilotos antes do uso de artifícios anti-G estas aeronaves não tinham energia suficiente para sustentar esse nível durante um período longo de tempo. No entanto, a partir de meados da década de 1920 o valor de mais de agachamento e gritar⁵² era conhecido como um meio de combater os efeitos + Gz. Esta manobra aumenta a tolerância ao encurtar a distância entre a aorta para as retinas e na base do cérebro e foi o único anti-G defesa utilizados pelos pilotos da Luftwaffe durante a Segunda Guerra-II e foi chamado de *sitzgekuerte alle zusammen* (postura sentada) (VAN PATTEN, 1996).

A fisiologia do G-induzida perda de consciência não foi estudado sistematicamente até por volta de 1927, quando Jimmy Doolittle estava fazendo uma pesquisa para sua tese de doutorado (MIT) em Engenharia Aeronáutica. Pilotando um avião⁵³ equipado com acelerômetros e gravação, Doolittle foi quantificar o G imposto por manobras de combate aéreo. Suas conclusões sobre GLOC foram ridicularizados pela comunidade contemporânea aeromedical mas posteriormente validada por ele em 1932. O desenvolvimento do primeiro vestuário pneumático anti-G em 1934 em resposta às reclamações dos pilotos de bombardeiros de mergulho que sua visão estava turva durante a saída do mergulho. O

⁵¹ Na época da primeira corrida, aviões dos Estados Unidos, estes estavam a uma velocidade máxima de 180 mph, enquanto a França, que se tornou fortemente envolvida com a aviação militar, após a I Guerra Mundial, construiu aviões alcançando velocidades próximas a 200 mph. No entanto, a série Pulitzer de corridas de aviões especiais trouxe a velocidade média acima de 156 mph em 1920 indo a 248 mph em 1925. Estas corridas Pulitzer produziu vários outros benefícios da evolução tecnológica, mas também perpetua a crença equivocada de que a configuração biplano tinha mais potencial para a alta velocidade do que o monoplano. Essa crença pode ter colocado a América cinco anos atrás da Europa no desenvolvimento do monoplano. O avião da atualidade em corrida tem muita agilidade, velocidade e estressores físicos promovendo G-loc.

⁵² Alguns pilotos gritam e contraem o pescoço para evitar o refluxo de sangue nas manobras de alto G. Nota do autor.

⁵³ modelo Fokker biplano.

precursor da moderna vestimenta anti-G foi o terno de algodão *aerodynamic*, no início dos anos 1940. Obviamente, os pilotos destas aeronaves 1930 ultrapassaram os limites de tolerância geralmente aceitos em manobras íngreme de mergulho, mas devido à duração de reservas de oxigênio no sangue (4 a 7 segundos) do cérebro, não é possível executar manobras de qualquer nível de G desejado sem proteção, além de certo ponto. Pode acontecer uma perda súbita (e geralmente desastrosa) da consciência e ocorre sem aviso prévio (VAN PATTEN, 1996).

Antes e durante a Segunda Guerra Mundial, G-LOC lentamente tornou-se mais reconhecida dentro da comunidade da aviação. Foram feitos esforços para obter uma maior compreensão do problema e reduzir a sua incidência e efeitos sobre os tripulantes. Foi durante este período que a *G-Suit*, tão comum na aviação militar moderna, foi inventada. A posição do assento, a saúde dos tripulantes em geral, a experiência da tripulação também foram identificados como fatores que influenciam a capacidade de tolerar G. Durante este período G-LOC estava se tornando cada vez mais reconhecido como uma possível causa para uma série de acidentes fatais de aeronaves. A intensa investigação, visando a investigação detalhada do G-LOC, estava sendo realizada no E.U.A., Grã-Bretanha e Alemanha utilizando Centrífugas Humanas. A figura 21 mostra uma centrífuga para medidas de efeitos G em seres humanos, na National Aeronautics And Space Administration.⁵⁴



Figura 21 - Centrífugas humanas são excepcionalmente grandes para testar as reações e tolerância de pilotos e astronautas com aceleração acima dos sentidos na gravidade da Terra
Fonte: acervo do autor (2006).

Após a Segunda Guerra Mundial estes estudos em centrífugas continuou por vários anos e, em seguida, o interesse parece cair e pesquisas em *G-LOC* permaneceu relativamente

⁵⁴ A NASA (sigla em inglês de *National Aeronautics and Space Administration*; *Administração Nacional do Espaço e da Aeronáutica*), também conhecida como *Agência Espacial Americana*, é uma agência do Governo dos Estados Unidos da América, criada em 29 de julho de 1958, responsável pela pesquisa e desenvolvimento de tecnologias e programas de exploração espacial.

adormecido por cerca de vinte anos. Talvez sentiu-se que a tecnologia de vestimentas e manobras anti-G eram esforços suficientes para proteger os pilotos do futuro⁵⁵.

Nos últimos 15 os anos temos visto um crescente interesse no efeito do *G-LOC* em tripulações e outros problemas, devido à aceleração prolongada, durante este período de estudos em centrífugas expandimos, nossa base de conhecimento sobre o assunto e vários novos métodos de reforço do G - tolerância foi identificado. A tolerância para G de aviadores parece ter melhorado se ele respira oxigênio, se está em respiração pressurizada⁵⁶ a 100% e se ele está apto a anaeróbia. Embora um nível razoável de condicionamento aeróbico é desejável para o desempenho eficiente tripulação há alguma evidência que se essas pessoas estão com um pulsação baixa, em repouso, pode-se realmente ter uma tolerância G ligeiramente reduzida. Os estudos para o *G-LOC*, desde o seu início, concentraram-se na aeronave de maior desempenho de cada época.

Como acontece?

O *G-LOC* não ocorre em menores desempenhos de aeronaves. Nos últimos doze meses, só houve dois casos observados de *G-LOC* na RAF (Força Aérea da Inglaterra) com aviões de treinamento são limitados a operar entre 5,5 Gz e -1.8Gz (WATSON, 2009). Quando o piloto imprime uma manobra com variação de G este humano sente como se seu peso crescesse e que é empurrado no seu assento o banco até o fundo. O piloto sente a cabeça e os movimentos do braço mais lentos e se sente pesado e desajeitado devido ao aumento momentâneo de peso.

Se G é o aparecimento gradual a próxima coisa que pode ser notado um embotamento da visão que pode ser mais proeminente na periferia do campo visual, o chamado *fenomeno Greyout*. *Greyout* ocorre devido a uma queda na quantidade de sangue que atinge os olhos. A Visão periférica do piloto realmente começa a deteriorar-se. Se o G continua a aumentar então

⁵⁵ *O interesse no assunto do G-LOC re-emergiu na década de 1970 como melhor desempenho da aeronaves e continuou a evoluir. Era quase como se o assunto estava sendo reinventado, em 1978, quando um artigo "perda de consciência durante a Manobra de Combate Aéreo" foi publicada nos Estados Unidos da América pela Federal Aviation Administration (1978). Neste momento G-LOC foi pensado apenas enquanto um problema com a aeronave de maior desempenho, como o F-15 e F-16, mas mais tarde uma investigação e exames em tripulações demonstrou que também ocorreu em aeronaves de menor desempenho militar (MAN IN FLIGHT, 1979).*

⁵⁶ *Respiração pressurizada é frequentemente utilizada por aviadores militares para evitar a hipóxia (se o oxigênio não é suficiente chegar ao cérebro) em altitudes (acima de 40.000 pés). Respirar sob pressão envolve 100% de oxigênio utilizando. requer alguma prática para se acostumar com a pressão exalando a respiração e como pode exigir esforço físico considerável sendo bastante cansativo.*

Blackout pode se seguir. *Blackout* é uma completa perda de visão devido à não irrigação de sangue nos olhos. O piloto não está ainda inconsciente neste momento. De fato, o treinamento de pilotos da RAF⁵⁷ para o troféu Schneider em meados da década de 1920 tornou-os bastante adeptos a imprimir +G apenas o suficiente para um “semi-inconsciência”, mas não para perder a consciência, mantendo-se o controle de suas aeronaves (LANE, 1990).

Este autor cita que se o + G continuar a aumentar, a tolerância do piloto pode ser ultrapassada com perda de consciência, o que irá ocorrer imediatamente. Esta perda de consciência pode ser associada com vibrações, movimentos incontrolláveis da cabeça e os braços. Se o G permanece elevado o piloto poderia permanecer inconsciente e, possivelmente, sofrer morte cerebral. Um piloto submetido uma força + G excessiva na aeronave é comprimido no assento. Normalmente, entretanto após o início do G-LOC, uma vez que o G voltou a + 1Gz o piloto irá permanecer inconsciente por um período, geralmente em torno de 15 segundos, e então começar a reviver. Durante este breve despertar, geralmente outro 15-30 segundos, muitas vezes há confusão extrema. Após reviver plenamente o piloto muitas vezes sofre uma perda de memória completa do evento. Depois de um episódio de G-LOC uma variedade de reações psicológicas podem ocorrer, incluindo desorientação, insegurança, ansiedade, medo, vergonha e uma sensação e atitude de desistência (FOXWORTH, 1989).

Tolerância humana à força G⁵⁸

Estudos sobre força centrífuga nos centros aeroespaciais nos Estados Unidos⁵⁹ vêm tendo identificado a tolerância do homem a + Gz com precisão razoável. A figura 22 apresenta o + Gz v. Um gráfico de duração demonstram a tolerância humana ao + Gz. A área acima e à direita da curva preta sólida representa a + Gz e o momento em que a inconsciência ocorre. A área entre esta curva é a região de distúrbios visuais (*greyout e blackout*) sem perda de consciência. Abaixo e à esquerda da curva cinza é o + Gz / em que não se verifica sintomas visuais ou G-LOC. A linha C na Figura 22 representa um início gradual de + Gz a uma taxa de cerca de 0.5G por segundo e mostra que os sintomas visuais são susceptíveis até após cerca

⁵⁷ RAF- Royal Air Force – Força Aérea da Inglaterra

⁵⁸ Uma variação notável ocorre quando o aparecimento do G é elevado (por exemplo 6 Gz por segundo) superior a tolerância do piloto dentro de um ou dois segundos. Se o G sobe rapidamente e depois continua a ser elevado o piloto irá rapidamente ultrapassar sua capacidade total de recuperar a inconsciência. A perda de memória, mencionado acima, é especialmente preocupante, uma vez que deixa o piloto totalmente inconsciente podendo proporcionar-lhes uma falsa percepção de quão bem ele podem lidar com o fenômeno de aumento do G. (LANE, 1990).

⁵⁹ Na NASA, (Centro Nacional de Aeronáutica e Espaço e, Cabo Kennedy, Florida, EUA) (Federal Aviation Administration ,REPORT 2001).

de 5 segundos onde vem o início da perda de consciência, a cerca de 1 segundo depois de 4 Gz. Linha D mostra um ritmo mais lento de + Gz início, neste caso, os sintomas visuais ocorrerão depois de 16 segundos (4 Gz) e G-LOC irá intervir depois de 22 segundos, quando a aceleração será 5 Gz. Um rápido início de + Gz, como mostrado na linha B, irá resultar em G-LOC, após cerca de 4 segundos, sem qualquer aviso sintomas visuais. No entanto, o início muito rápido + Gz que não é sustentado em um alto nível, linha A, bem pode não resultar em distúrbios visuais ou G-LOC. Esta última característica é que salva muitos de nossos pilotos acrobáticos de sofrer G-LOC mais frequentemente, embora eles imprimem um +G substancial o fazem apenas por períodos muito curtos. (LANE, 1990).

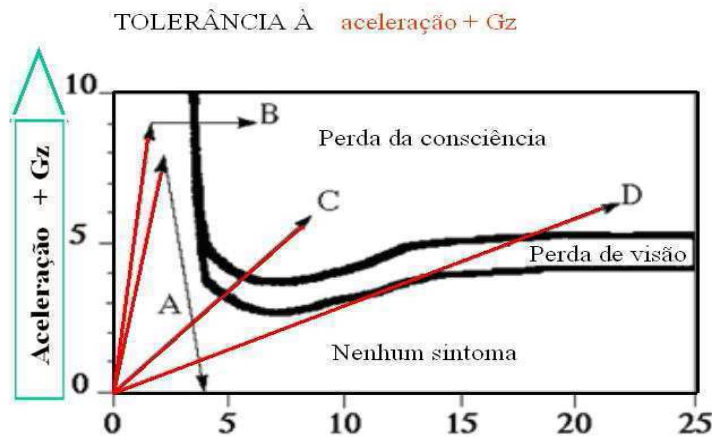


Figura 22- A tolerância humana à força G

Fonte: Figura montada pelo autor com base nas informações de Lane, 1990 (2010)

A duração do período de um G-LOC⁶⁰ varia, após o retorno ao G 1 Gz, mas geralmente o período de incapacidade completo dura cerca de 15 segundos e é seguido por um outro 15, ou assim, segundo de incapacidade relativa. Períodos de até 3 minutos incapacidade têm sido observados. No final deste período o piloto e todos os humanos desta aeronave poderão estar mortos.

Prevenção à perda de consciência

A única maneira de evitar o G-LOC é não provocar o G, embora seja duvidoso que

⁶⁰ Embora vários estudos forneçam valores ligeiramente diferentes para o G-LOC e demonstram que a tendência da ocorrência acontece em cerca de 4,5 Gz no indivíduo desprotegido, mas pode ocorrer em qualquer lugar entre 2 e 6,5 Gz. Tripulações sofreram G-LOC em 2 Gz, que é o G-carregamento durante uma subida de aeronave íngreme, equilibrado, a 60 graus de inclinação. Também é importante observar que, embora G-LOC é frequentemente precedida por sintomas visuais nem sempre é este o caso.

qualquer piloto mantenham um vôo em linha reta e a nível do mar. O caminho mais fácil ou reduzir o seu risco de G-LOC é o piloto manter-se praticando a ocorrência do G. Após um período de tempo de vôo contínuo, a sua tolerância G terá aumentado e o oposto é inversamente proporcional. Portanto, se o piloto não tiver voado por um mês, seria mais prudente passar algum tempo em vôo acompanhado (duplo) e treinar novamente manobras em alguns vôos. Como acontece com todos os aspectos da aviação, a saúde em geral desempenha um papel importante na tolerância de + Gz. Qualquer doença até mesmo um pouco de frio ou distúrbio gastro vai reduzir o G-tolerância significativamente. O descanso adequado é essencial para manter uma máxima G-tolerância. Da mesma forma nenhuma medicação tem o potencial de reduzir a tolerância. Se estiver tomando qualquer medicação como drogas ilegais e o álcool ou cafeína também pode ter um efeito prejudicial na G-tolerância. O ângulo do assento também pode ter um efeito profundo sobre a tolerância G do piloto⁶¹.

Não há, aparentemente, a evidência emergente que a respiração de oxigênio 100% proporciona alguma proteção mínima G. Parece razoável que, ao aumentar a quantidade de oxigênio armazenado nos tecidos do corpo, aumenta o tempo de consciência no ponto G nada na história da aviação confirma isso. Respiração pressurizada é outro método de reforço para G-tolerância a ser avaliada pelas Forças Aéreas ao redor do mundo. Respirar oxigênio sob pressão aumenta a pressão dentro do seu peito e, literalmente, empurra mais sangue para cima de sua cabeça. Respiração com pressão e como a G-vestimentas se mostra improvável que sejam utilizadas rotineiramente, no futuro previsível por a aviadores civis para proteção G (LANE, 1990). Os sub-capítulos adiante discutem a hipoxia e os processos de pressurização.

⁶¹ O conhecido avião USAF F-16 tem o seu assento reclinado de 30 graus e o soviético Su-25M 35 graus dando proteção adicional sobre 1G e ainda permite uma boa visibilidade. Um assento reclinado para cerca de 80 graus permite que um piloto com facilidade sustentar 15G mas isso é pouco prática e como tal posição atrapalha a visão frontal e inferior. Treinamento anaeróbico, envol vendo especialmente fortalecer os músculos abdominais e biceps, melhora a tolerância do G-. A duração da tolerância do Alto G pode ser aumentada em até de 53% por um programa agressivo de exercício anaeróbio (Foxworth, 1989) Há um debate considerável, e várias investigações em curso pela Federal Aviation Administration (2005), onde os méritos relativos de aptidão aeróbia e anaeróbia indicam proteção contra o G-LOC. Há uma série de medidas anti-G como prolongar as manobras (AGSM - Anti-G Straining Manoeuvres). A AGSM se realizada corretamente pode aumentar a tolerância G de um piloto em cerca de 3 Gz. A maioria dos AGSMs envol vem contração muscular isométrica e rotinas respiração regulada. Uma incorretamente realizada AGSM é inútil. Estas práticas são quase exclusivamente usadas por pilotos militares para melhorar a tolerância do G-1.5 - 2.0G. A G-suit (G-vestimenta) é essencialmente uma série de balões dentro de um par de calças. Quando as forças G aumentam, uma válvula é ativada e bombas esses balões enchem de ar. A pressão dos balões cheios, apertando as pernas e abdômen, reduzem a quantidade de sangue que é forçada para ir longe da cabeça e indo para as pernas pelo efeito G-G, portanto, melhoram a tolerância. G-vestimentas são desconfortáveis, quentes, e feias, mas são um componente necessário de uniforme de um piloto de caça; vide figura 10a, pág43.

Efeitos da 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 vôo 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. A força G pode ser classificada como G positivo e G negativo. (GUYTON, 1992).

- **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 vôo 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).

Qualquer um pode sofrer perda da consciência induzida

Qualquer um que imprime um movimento rápido e não linear poderia sofrer o fenômeno *G-LOC*⁶² e se o recebe, perde o controle de sua aeronave e poderia falhar (HLASTALA, 1998). Quebrar um avião durante um vôo é um perigo para a saúde. Embora a maioria das pesquisas em *G-LOC* teve um viés militar, o problema certamente não está restrito e isolado à alta performance de jatos militares. O *G puxado*⁶³ em um simples avião de treinamento é suficiente para induzir pressão equivalente a várias forças da gravidade. Existe ainda potencial para o *G-LOC* em aeronaves ultraleves. Nenhuma aeronave está imune. Ninguém é muito bom ou muito experiente para sofrer *G-LOC*. Mesmo nos restringindo ao mundo de pilotos de competição de acrobacias aéreas e que já fazem isso há anos, não são imunes ao *G-LOC*. O fato que a sua *G* é geralmente de duração muito curta pode oferecer-lhes alguma proteção, mas nunca a imunidade. *G-LOC* não é um sinal de fraqueza ou falta de força física

⁶² 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*, (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. E prossegue indicando 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 *G*s até então aceitos como limite padrão de aceleração centrífuga. Além das aeronaves atingirem valores próximos ou superiores a 9*G*s com frequência, descobriu-se que as aeronaves alcançavam estes valores em um tempo surpreendentemente baixo, tornando ainda mais críticos os efeitos do *G'Loc*. Este autor 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" que 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 +1*G* o piloto mantém-se inconsciente, normalmente por um período de cerca de 15 segundos, e depois retoma a consciência. Durante este acordar, à volta de 15-30 segundos de duração, há muitas vezes extrema confusão. E ainda, segundo Boyer (1990), após uma experiência de *G-LOC*, uma série de respostas fisiológicas poderão ocorrer, tais como: Desorientação, ansiedade, medo, vergonha, uma atitude derrotista. 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 3*G*s comprovam as alterações da redistribuição do fluxo sanguíneo pulmonar (HLASTALA, 1998).

⁶³ "Puxar" *G-loc* significa movimentar a alavanca de controle chamado manche para imprimir movimento normalmente não retilíneo que produz *G-LOC*. Na aviação a ação de manobras que geram força *G+* ou *G-* chama-se "puxar *G*". O período citado pode ser de minutos a horas, dependendo do organismo, treinamento e tolerância do piloto (nota do autor).

ou robustez. É uma reação perfeitamente normal para o ambiente anormal de vôo (HLASTALA, 1998).

G-LOC - problemas e prevenção

Se um piloto já deu um passo mais importante, que seria a prevenção do *G-LOC*, aumentou a sua consciência do problema e está ciente das possibilidades de acontecer aumento de pressão e peso (de força da gravidade) em vôo onde será mais capaz de evitá-lo já que compreende o problema e pensa sobre ele toda vez que está voando G, mantendo uma boa saúde física e mental. Voar não é divertido quando o piloto está em condição de fraqueza física, emocional ou mental e na verdade pode ser muito perigoso voar. O piloto em caso de qualquer dúvida, deve consultar o seu médico especializado para aconselhamento. Não tomar drogas, qualquer droga, sem compensação dos mesmos com o seu médico especializado. Uma longa pausa para voltar a imprimir (puxar) G reduz significativamente a sua tolerância. Caso não tenha puxado por um tempo G facilmente se volta para ela. Mantendo o cinto de segurança transversal apertado e apoiado com o uso de uma cinta abdominal apertada pode-se oferecer uma pequena quantidade de proteção ao G, através de um mecanismo semelhante ao de uma vestimenta militar. Se o vôo regular envolve carga alta de G+ ou de alto G-, uma boa prática do Anti-G é “esticar as manobras”⁶⁴. Uma boa prevenção pode significar a diferença entre o G-LOC e concluir com êxito um trabalho. Boa saúde, uma consciência saudável e práticas devem fornecer proteção adequada para o vôo acrobático⁶⁵.

⁶⁴ “Esticar uma manobra” é aumentar o tempo de execução da manobra, os raios geométricos dos movimentos circulares e as velocidades.

⁶⁵ Se um piloto está pensando em comprar um avião a jato acrobático, deve começar por adquirir vestimentas apropriadas e aprender a respirar de pressão. Mas pode ocorrer também em avião a hélice. G-LOC induzida e perda de consciência pode acontecer a qualquer um que não for cuidadoso. Todos os estudiosos deste assunto afirmam que a perda de memória que freqüentemente ocorre durante G-LOC é especialmente preocupante, uma vez que deixa o piloto totalmente inconsciente podendo proporcionar-lhe uma falsa percepção de quão bem ele pode lidar com G. Conscientização sobre o G-LOC é, provavelmente, o fator mais importante na sua prevenção. Boa saúde, experiência e praticadas. Anti-G são esforços que ajudam a aumentar a tolerância de um piloto ao efeito G.

3.5.2 O vóo e a audição

O ouvido interno é composto pela cóclea e pelo aparato vestibular. O último osso da cadeia ossicular, o estribo, está acoplado a uma fina membrana chamada de janela oval. A janela oval é na realidade uma entrada para a orelha interna, que contém o órgão da audição, a cóclea. (GUYTON, 1981; SUHR, 1998).

Quando o osso estribo move, a janela oval move com ele. No outro lado da janela oval está a cóclea, um canal em forma de caracol preenchido por líquidos e, quando as vibrações chegam à cóclea provenientes da orelha interna, são transformadas em ondas de compressão que por sua vez ativam o órgão de Corti que é responsável pela transformação das ondas de compressão em impulsos nervosos que são enviados ao cérebro para serem interpretados.

O líquido é agitado pelos movimentos da janela oval e, dentro da cóclea, o órgão de Corti é formado por milhares de células ciliadas que são colocadas em movimento toda vez que o líquido é movimentado. A estimulação destas células, por sua vez, causa impulsos elétricos que são enviados para o cérebro. Os impulsos elétricos representam a quarta mudança na mensagem sonora de uma energia para a outra: da energia acústica das ondas sonoras entrando na orelha, para a energia elétrica dos impulsos que viajam para o cérebro (GUYTON, 1981; SUHR, 1998).

O ouvido interno também contém um órgão muito importante que está na verdade conectado com a cóclea, mas que não contribui para o nosso sentido da audição, o sistema vestibular, formado por três pequenos canais semicirculares, que nos ajudam a manter o equilíbrio e auxiliar na visão já que as rotações da mesma precisam ser compensadas para que possamos ter uma visão clara sem ser borrada. É através dele que se pode saber por exemplo quando se está com o corpo inclinado mesmo estando de olhos vendados (GUYTON, 1981; SUHR, 1998).

As figuras 23a e 23b representam o sistema vestibular sensorial auditivo. São sistemas que têm as funções de **ouvir e equilibrar** o ser humano.

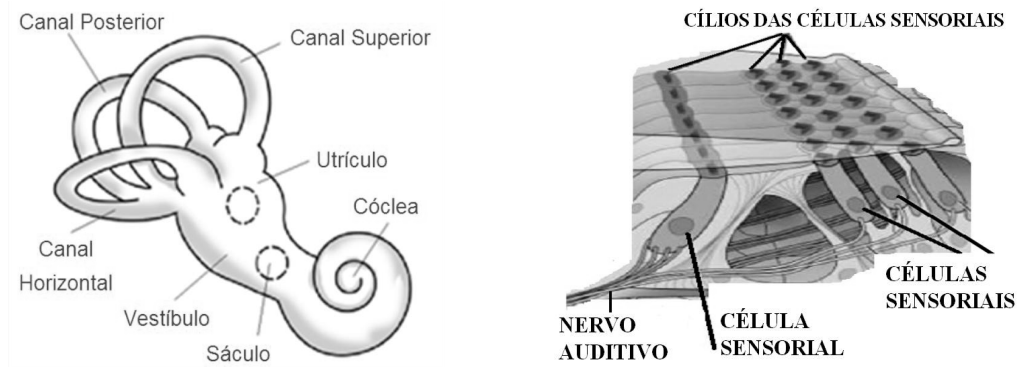
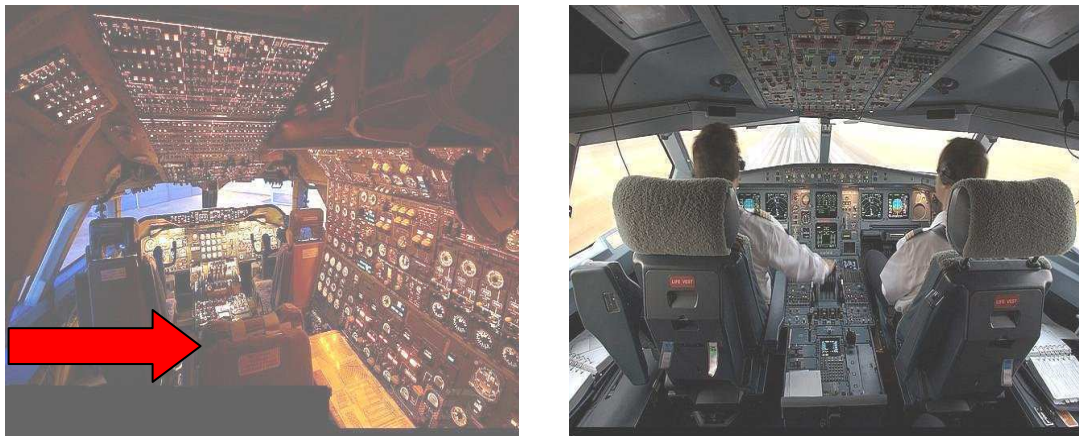


Figura 23 – a Cóclea e os órgãos solidários e Figura 23b– O sistema otólico têm as funções de **equilibrar** o ser humano. Fonte: Suhr (1998)

Estes autores depreendem o sistema vestibular como composto por um labirinto ósseo contendo o labirinto membranoso, que constitui a parte funcional do aparelho. O labirinto ósseo é composto ainda por uma cavidade central de forma irregular: o vestíbulo. Problemas com os canais semicirculares podem resultar em sintomas como a vertigem. A audição é um factor chave na manutenção de trocas intelectuais, mas possivelmente ainda mais importante, a audição supre o pano de fundo auditivo que dá o sentimento de participação e segurança. O ouvido humano tem capacidade de discriminar alguns sons de um conjunto, misturados, de outros sons, embora existam limites para essa possibilidade. Através de um processo conhecido como mascaramento, o ruído pode fazer um som inaudível. Mascaramento parcial pode causar uma distorção ou alteração em um discurso em um fone de ouvido utilizado em um ambiente especial ou parecer mais baixo, com um ruído de fundo. Isto é semelhante ao efeito experimentado com um rádio de carro - ao sair de uma auto-estrada e parar num cruzamento. O rádio pode ficar desconfortavelmente alto, enquanto ele estava sem a influência do ruído de fundo quando dirigindo em alta velocidade. O ouvido pode ser pensado em uma análise de sons através de um conjunto de filtros que pode ser ajustado para qualquer frequência central. Abaixo de 500 Hz a largura de banda é aproximadamente constante, e acima desta frequência é aproximadamente proporcional ao valor. Se acima, a largura de banda crítica pode ser usada em cálculos aproximados de mascaramento. O ouvido capta a energia sonora dentro de uma banda crítica, e, portanto, a detecção de um sinal no ruído é determinada pela energia do sinal total dentro desta condição de banda em relação ao total de

energia sonora (dentro da mesma banda) (GUYTON, 1981; SUHR, 1998).⁶⁶.

A cabine de vôo em aviões comerciais é habitada, para fins de transporte público, de uma tripulação mínima de dois pilotos. O capitão ocupa o lugar do lado esquerdo da cabine, enquanto o oficial ocupa o primeiro lugar do lado direito. Muitos aviões carregam um terceiro membro da tripulação (mais antigos), um engenheiro de vôo, que geralmente ocupa uma posição atrás do primeiro-oficial. O piloto, em seu posto de trabalho e executando suas tarefas de voar o avião, seus auxiliares de vôo (co-piloto e engenheiro de vôo, em alguns casos, como nas figuras 24a e 24b). A cabine de comando (cockpit) mudou muito em cinquenta anos que separam as tecnologias. Os seres humanos que os pilotam são os mesmos, cujo *design* não mudou. Os pilotos comerciais normalmente começam a sua carreira como co-pilotos e podem passar um número de anos (média de 7-10) no banco do lado direito antes de avançar para capitania no assento esquerdo (média de 20-25 anos) (BAGSHAW, 2001).



Figuras 24a- Antigo cockpit ainda com posto de engenheiro de vôo (Super Constellation-1953) e Figura 24b- O novo Boeing 777(2003) –Nesta aeronave, pilotos e computadores controlando as aeronaves
Fonte: America Aviation (2002)

Os pilotos que preenchem formação ou funções de supervisão pode ocupar qualquer um dos lados quando atuam nessa função. Os pilotos podem voar vários tipos de aeronaves durante o curso da sua carreira, e podem passar de ser capitão de um tipo de aeronave e ser um primeiro

⁶⁶ A relação sinal-ruído (S/N) dentro de uma banda crítica em que o sinal pode apenas ser ouvida e é dependente da frequência. Com maior intensidade as bandas críticas são aumentadas, e o limiar de sinais de tons pode aumentar em 5-10 dB. Além disso, o ruído de baixa frequência pode ter um maior efeito de mascaramento em tons de frequência maior do que a indicada pelo tamanho das bandas críticas, um efeito conhecido como propagação ascendente de encobrimento. Para espectros de ruído com pronunciado componentes de baixa frequência (diferenças entre sucessivamente maior frequência 1/3 de oitava maior do que aproximadamente -10 dB), seria também necessário ter em conta este fator. (GUYTON, 1981; SUHR, 1998).

oficial de outro e vice-versa. O *cockpit* (cabine de pilotagem) é o lugar regular de trabalho para a tripulação comercial e um dia normal de serviço pode envolver até 12 ou 14 horas neste ambiente. Isto está em contraste com os aviadores militares que freqüentemente intercalam voar com outras atividades, bem como passar um tempo em terra proporcionalmente maior no pré e pós-atividade de vôo, tais como planejamento, *briefing* e *debriefing*. Outro contraste é a forma de proteção previstas pela tripulação contra o meio ambiente fisiologicamente hostil em que trabalham (ROBINSON et al. , 1994).

O militar reconhece os perigos potenciais, tanto militares e fisiológicos, e não há uma aceitação da necessidade de fornecer equipamento de proteção pessoal que possa comprometer o conforto. Por outro lado, há uma expectativa de que o cockpit será não-perigosos e proporciona um ambiente de trabalho confortável, por isso tem evoluído para o uso de uma simples camisa de mangas tal como no ambiente de escritório com equipamentos de proteção individual limitado a óculos anti-reflexo⁶⁷. Como parte desta evolução, o processo de rádio comunicação é facilitado pelo uso de fones de ouvido leves que não proporcionam desconforto ou desgaste, mas dão pouca ou nenhuma atenuação do ruído. Mais uma concessão no ambiente de trabalho é a prevenção da utilização do sistema de intercomunicação de rádio (ou interfone interfones) para a comunicação verbal entre os tripulantes no convés de vôo, utilizando-se inter-discurso direto em vez pessoal. O procedimento operacional padrão determina cobrir um ouvido (direito para o ocupante do assento direito e no ouvido esquerdo para o ocupante do assento à esquerda) deixando o outro ouvido descoberto para permitir a comunicação verbal direta entre os membros da tripulação (ROBINSON et al. 1994).

Os auscultadores leves são equipados com um microfone boom para R/T. Uma exceção a este procedimento é a aeronave de transporte supersônico Concorde e o avião turboélice ATP, sendo que ambos são reconhecidos como aviões que têm um cockpit muito ruidoso. Membros das tripulações destes aviões usam estes regularmente protetores auditivos para atenuar os ruídos e microfones como uma rotina.

A comunicação externa com o controle de tráfego aéreo e os departamentos de operações da empresa é feita com freqüência muito alta (VHF) e alta freqüência de banda lateral única (SSB HF) e rádio-transmissão telefônica (R/T). Bem como a comunicação de voz, freqüentemente há muito ruído de fundo R/T, tais como chiado e estática. Para obter

⁶⁷ O autor conheceu alguns pilotos civis egressos da vida militar que continuavam a utilizar luvas durante os pousos e decolagens, devido à criticidade destas fases do vôo. A razão seria um cuidado pessoal para não queimarem as mãos no caso de incêndio e poderem utilizar estas partes do corpo para abrir portas e janelas no caso de emergência.

atenuações significativas do ruído, é necessário incluir uma análise de frequência de ruído para obter um nível de som equivalente contínuo ao longo do período de amostragem (Leq). A audiometria periódica como parte do exame médico regular da tripulação é necessária para manter um certificado profissional de vôo. Existem características da perda auditiva induzida por ruído (PAIR), em alguns casos, sugerindo a possibilidade de uma causa ocupacional. É necessário fazer estudos de medições amostra do nível de ruído no convés de vôo de diferentes tipos de aeronaves, incluindo os níveis de ruído produzido pelas comunicações nos fones de ouvido da tripulação. As medições devem ser feitas também com redução de ruído ativo (ANR) nos fones de ouvido durante alguns vôos. Medições laboratoriais complementares devem ser realizadas (Lawton, 1994).

A audição e audiogramas em pilotos

Os membros da tripulação de voo de aviões comerciais são obrigados a possuir uma certificação profissional⁶⁸. As normas são estabelecidas em conformidade com as recomendações da Organização da Aviação Civil Internacional (OACI). Estes já foram substituídas pelas *Joint Aviation Requirements* (JAR-FCL 3) do *European Aviation Authorities*. Os requisitos para certificação são baseados em audiometria tonal pura cuja periodicidade ocorre em função da idade e é o estabelecimento de aptidão para operar uma aeronave com segurança.

As normas em padrão mundial ditam ser necessário que não haja perda auditiva em ambos os ouvidos separadamente de mais de 35 decibéis (dB) em qualquer uma das frequências de 500, 1000 ou 2000 Hz, ou superior a 50 dB a 3000 Hz. No entanto, um membro da tripulação de vôo com uma perda auditiva maior do que este podem ser declarado apto se um teste prático audiência foi satisfatória e foi considerado que não havia risco para a segurança de vôo (ROBINSON et al., 1994).

⁶⁸ No Reino Unido, um certificado válido chamado **classe 1** é um atestado médico emitido pelo CAA (Autoridade de Aviação Civil), ou por um examinador de saúde autorizados.

Avaliações e medição durante vôos mostram perda auditiva

Em uma amostra com 752 pilotos no Reino Unido com 2 ou mais audiogramas gravados entre 1988 e 1994, foi examinada para evidência de perda auditiva acima de 25 dB em qualquer frequência. A pesquisa foi refinada para mostrar a perda superior a 25 dB na frequência de 4000 Hz em um ou ambos os ouvidos, sendo considerado um indicador de ruído precoce de perda auditiva induzida. A perda auditiva foi determinada somente se ocorreu em 2 ou mais audiogramas em uma tentativa de excluir mudanças temporárias no limiar ou erros na gravação.

A prevalência bruta de PAIR na população da tripulação foi estimada pela determinação da proporção de registros mostrando perdas unilaterais superiores a 25 dB a 4000 Hz. Tendo sido alertado para a possibilidade de um risco de surdez ocupacional, o estudo foi dirigido à procura da fonte e de uma solução (BRITISH JOURNAL OF AUDIOLOGY, 1995). Desta amostra de 752 audiogramas analisados para a perda auditiva acima de 25 dB em 4.000 Hz, 21 apresentaram perda auditiva do lado direito (2,8%), 60 apresentaram perda auditiva unilateral esquerda (8%) e 58 apresentaram perda auditiva bilateral (7,7%). A preponderância da perda da audição do lado esquerdo pode ser um indício da maior proporcionalmente no tempo de trabalho gasto na mão esquerda durante uma vida profissional na aviação. Em outro teste, 68 audiogramas mostraram perda auditiva bilateral superior a 25 dB em ambos os 4.000 e 6.000 Hz (9%), enquanto 93 mostraram uma perda de apenas 6.000 Hz (12,4%).

Estes números sugerem uma prevalência de 10,8% de perda auditiva unilateral precoce, que pode ser induzida pelo ruído, com um adicional de 7,7% mostrando perda precoce bilateral, dando uma prevalência total de 18,5% nesta população a tripulação (95% intervalo de confiança (15,7%, 21,3 %)). Adicionando a 9% demonstrando perda auditiva nas frequências mais elevadas de 4 kHz + 6 kHz, onde a prevalência de perda auditiva induzida por ruído na população pode ser tão alto enquanto 27,5% (95% intervalo de confiança (24,3%, 30,7%)). Não houve nenhum caso de um membro da tripulação que se tornou incapaz de obter um certificado médico de classe 1. No entanto, houve casos de membros da tripulação que se tornaram impróprios como resultado de zumbido, associado à perda auditiva bilateral, e tendo a aposentadoria antecipada por razões de saúde (ROBINSON, 2001).

Efeitos do ambiente pressurizado

Toda literatura técnica de especificação de artigos técnicos para a aviação registram que os microfones utilizados em cabines de pilotagem são do tipo aberto na frente e trás de modo que o som pode atingir ambos os lados de um diafragma interno do aparelho. Este diafragma se move em resposta às diferenças de pressão instantânea entre as aberturas da frente e posterior, e a tensão de saída é proporcional ao gradiente de pressão sonora em vez da pressão sonora. A pressão ambiente age diretamente sobre o diafragma, com compensação de pressão. Como diminui a pressão do ar ambiente, também há a rigidez do sistema de vibração, tendo como resultado o aumento da sensibilidade do microfone. No entanto, para os microfones a equalização da pressão estática, ou seja, aqueles em uso de aviação, o efeito da variação de altitude é muito pequena.

À taxa de subida de 500 metros por segundo, ainda ao nível do mar é afetada a sensibilidade por menos de 1 dB e para todos os efeitos práticos, pode ser ignorado⁶⁹. Os níveis de ruído na cabina de pilotagem e nas comunicações com fones de ouvido são elevados. O quadro 2 apresenta as médias do nível de ruído na cabine e nos fones de ouvido ao fim de cada vôo em um audiograma conhecido no meio científico na medicina da aviação, realizado por Michael Bagshaw entre 1988 e 1994⁷⁰.

⁶⁹ *Argumento semelhante se aplica ao diafragma do fone no ouvido, e não é necessário alterar as configurações de vol uma quando o avião sobe e desce (Observação pessoal).*

⁷⁰ *Publicado no Hearing Loss On The Flight Deck — Origin And Remedy- An Investigation of Unilateral Hearing Loss amongst Professional Flight Crew. Dr Michael Bagshaw Head of Occupational and Aviation Medicine, British Airways Apr. 2001.*

Tipo aeronave	Prefixo	rota	Ruído na cabine		Ruído na cabine	
			Nível de ruído ponderado (em dB)-		Nível de ruído ponderado (em dB)-	
			observador	Comandante	Engenheiro de voo	Com fone de ouvido
Airbus A320-111	G-BUSC	LHR- VIE VIE-LHR	74	74		82- 85
Boeing 737-436	G-DOCK	LHR- TXL TXL- LHR	74- 74	77-76		81- 80
Boeing 747-136	G-AWNP	JFK- LHR	75	79	76	85
Boeing 747-236	G-BDXC G-BDXB	LHR- IAD IAD - LHR	77 - 76	79-78	78 76	85- 89
Boeing 747-436	G-BNLC	LHR- JFK	74	75-79		77
Boeing 757-236	G-BIKN	LHR- FCO FCO- LHR	71 - 71	73 - 72		86- 87
	G-BPEI	LHR- LIS LIS- LHR	73 - 73	72 - 72		81- 81
Boeing 767-336	G-BMWN	LHR- YVR YVR- LHR	71 - 70	72 - 71		80-84
Douglas DC 10-30	G-MULL	LGW- ATL ATL- LGW	74 - 73	76 - 75	74--73	85-88
BAe ATP	G-BTPL	BHX- GLA GLA- BHX	74 - 72			75- 73
Concorde	G-BOAF G-BOAC	LHR- JFK JFK- LHR	74 - 77	75 - 78	74- 77	79- 80

Quadro 2- Médias do nível de ruído na cabine e nos fones de ouvido ao fim de cada vôo⁷¹
 Fontes : Robinson, D. (2001) e Michael Bagshaw (1988, 1994)

A figura 25 apresenta o esquema utilizado para realizar o audiograma feito por por Michael Bagshaw entre 1988 e 1994 :

⁷¹Publicado no artigo *An Investigation of Unilateral Hearing Loss amongst Professional Flight Crew*. Dr Michael Bagshaw no periódico *Head of Occupational and Aviation Medicine, British Airways Apr. 2001*

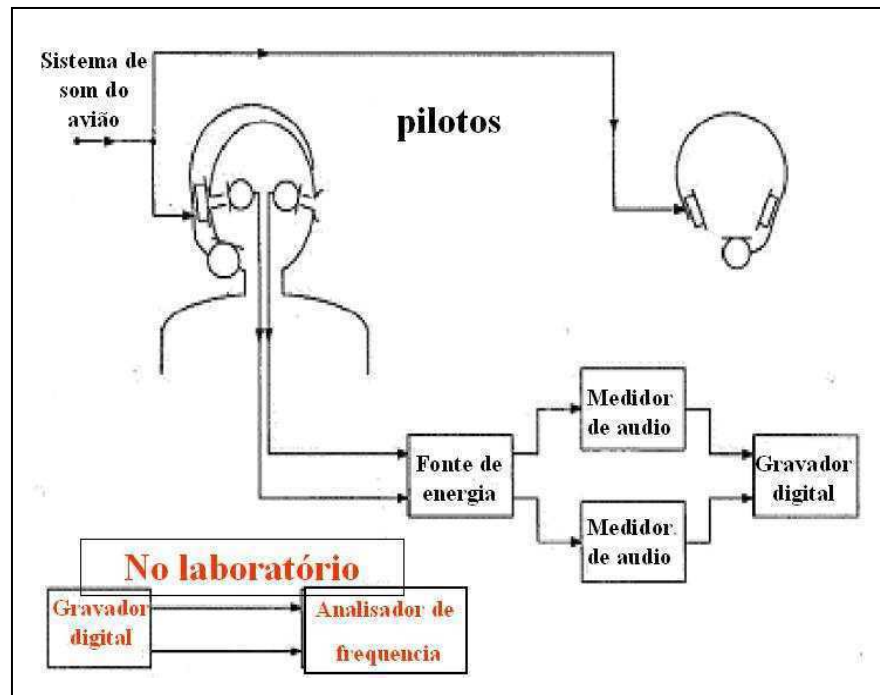


Figura 25- Esquema utilizado Michael Bagshaw entre 1988 e 1994 para audiogramas nos jatos em vôo
 Fonte: Michael Bagshaw (1988, 1994)

Perda da audição em vôo—origem e solução—O ruído induzido⁷²

Bagshaw (2001) registra que embora a maior parte da estrutura do ouvido interno pode ser prejudicada pela exposição ao ruído excessivo, as células receptoras sensoriais da cóclea são os mais vulneráveis. Danos aos estereocílios é frequentemente na primeira alteração estrutural observada. Note-se também que uma vez que um grande número de células ciliadas são perdidas, as fibras nervosas da região também se degenera, resultando em uma perda auditiva irreversível. Ao lado das alterações descritas nos estereocílios quando são danificadas as células ciliadas depois do trauma acústico, Isto implica em uma ruptura do dendrito terminal dos neurônios do gânglio espiral abaixo das células ciliadas internas, levando à dissociação sináptica⁷³. Recentemente, foi sugerido que os danos podem ocorrer devido à excessiva liberação de neurotransmissores das células ciliadas internas para a estrutura e função do

⁷² NIHL- Noise Induced Hearing Loss

⁷³ Publicados estudos em: Beagley HA 1965: Trauma acústico em cobaia. A microscopia eletrônica, incluindo a morfologia das junções celulares no órgão de Corti. *Ata Otolaringo.* 60, 479-495 (SPOENDLIN, 1971): Mudanças primériase estruturais no órgão de Corti, após superestimulação acústica. *Ata Otolaringo (Stock).* 71, 166-176. Robertson D 1983: significado funcional de dendríticas e inchaço após sons altos na cóclea de cobaia. *Ouvir: Res.* 9, 263-278. Pujol R, Rebillard G, Puel J, Lenoir M, Eybalin M, Recasens M 1990: neurotoxicidade do glutamato na cóclea: uma possível consequência de condições isquêmico ou anóxico que ocorrem no envelhecimento.(STOCK, 2002).

gânglio espiral⁷⁴. Uma explicação alternativa por Bohne (1976) sugere que níveis elevados de ruído ambiente podem causar alteração vascular, aumentando os danos, dependendo da frequência, intensidade e duração do ruído. O ouvido interno é particularmente vulnerável à redução do suprimento de sangue por causa de sua dependência de uma única artéria sem circulação cruzada ou redundante. A diminuição do fluxo capilar no ligamento espiral da estria vascular do órgão de Corti tem sido observada após a exposição a ruídos excessivos. Quirk et al. (1996) demonstraram alterações vasculares na cóclea, em resposta ao barulho excessivo. Uma associação entre tabagismo e a perda de audição em faixas de alta frequência foi relatada por um número significativo de trabalhadores (SIEGELAUB et al., 1974). A fumaça do cigarro tem sido apontada como uma toxina⁷⁵ (WRIGHT, 1971) ou como um indutor de isquemia através da produção de carboxihemoglobina, vasoespasmo ou promoção da arterio-esclerose. A associação observada entre a perda auditiva e o tabagismo por ex-fumantes implica que pode haver efeito cumulativo e permanente (COCCHIARELLA et al., 1995). A medida primária de perda de audição é o nível limiar de audição de um tom que pode ser detetado. Quanto maior o nível de limiar auditivo, maior o grau da perda auditiva ou surdez parcial. Um aumento no nível de um limiar de audição da exposição ao ruído é chamado de mudança no nível limiar. Algumas mudanças dos limiares são temporárias e diminuem à medida que a audição se recupera após a cessação do ruído. Frequentemente exposições repetidas podem produzir mudanças temporárias no limiar, mas que são crônicas, mas recuperáveis, quando a exposição cessa (RICEM, 1987).

Quando uma mudança no nível limiar é uma mistura de componentes temporários e permanentes, chama-se mudança composta (RICEM, 1987). Quando os componentes de uma mudança temporária de limiar composto desapareceram, a mudança restante é permanente e persiste durante o resto da vida. Mudanças temporárias do limiar podem variar no valor de uma mudança na sensibilidade auditiva de alguns decibéis limitados a uma região estreita de frequências, a mudanças de tal extensão e magnitude é temporaria, para mas todos os efeitos práticos, surdez. Após a cessação da exposição, o tempo para a sensibilidade auditiva voltar para perto dos valores normais pode variar de algumas horas até duas ou três semanas⁷⁶

⁷⁴ Pujol R, Rebillard G, Puel J, Lenoir M, Eybalin M, Recasens M 1990: neurotoxicidade do glutamato na cóclea: uma possível consequência de condições isquêmicas ou anóxicas que ocorrem no envelhecimento. (STOCK).

⁷⁵ Um efeito da nicotina.

⁷⁶ Ward (1963) tem mostrado que os ruídos com concentrações entre cerca de 2000 e 6000 Hz produzem mais mudanças temporárias no limiar de ruídos concentrados em uma faixa audível. Em geral, ponderados níveis de som são superiores a 60-80 dB antes de um indivíduo típico experimentar mudanças temporárias no limiar mesmo para exposições que duram de 8 a 24 horas. A duração da exposição para além de 8 a 24 horas não

(RICEM, 1987). Hoje em dia, fala-se cada vez de modo mais difícil de se compreender e o primeiro sintoma é a dificuldade de discriminação das mensagens das conversas em ambiente ruidoso, mas pode levar vários anos para a surdez severa a desenvolver (RICEM, 1987).

Por esta razão, uma audiometria periódica de rotina é um importante componente de programas de conservação auditiva em ambientes ruidosos profissionais, para fiscalizar o cumprimento de proteção auditiva. É uma componente importante do exame médico periódico para a tripulações de aeronaves. O nível limiar de mudança é irreversível e permanente e a taxa na qual ela procede depende do nível de pressão sonora do ruído, a duração da exposição permanente e da susceptibilidade individual. Saber a frequência do som que danifica é importante porque o ruído de alta frequência pode ser mais prejudicial para a audição. É por esta razão que a ponderação é utilizada para a medição de ruídos que podem ser prejudiciais à audição. Todos os regulamentos e normas relacionados com a exposição ao ruído acatam uma ponderação como a melhor prática de medida física do ruído correlacionado com lesão auditiva crônica (RICEM, 1987).

A Presbiacusia

O processo de envelhecimento normal envolve uma redução da acuidade auditiva de frequências mais altas e é conhecida como presbiacusia. Quando os efeitos da Perda Auditiva Induzida por Ruído (PAIR) ocorrem frequentemente, podem então gerar uma deficiência

produz aumento na magnitude da mudança (MILLS et al. 1970). Sob certas condições, a contração dos músculos do ouvido médio pode oferecer proteção significativa uma exposição a sons intensos. Há menos mudança temporária quando uma exposição tem interrupções freqüentes do que quando uma exposição é contínua. Podemos verificar as medições feitas por Michael Bagshaw entre 1988 e 1994 no quadro onde se observa níveis em valores que causam efetivamente danos à audição em grandes jatos comerciais. As pessoas diferem na sua susceptibilidade a mudanças temporárias no limiar. Essas diferenças de sensibilidade não são uniformes em toda a gama de frequências audíveis. Um indivíduo pode ser suscetível a ruídos de intensidade baixa e outro aos ruídos de tom médio, e outro aos ruídos de alta frequência. Assim, o limiar de dano auditivo para varia entre os indivíduos de modo que os níveis de ação de referência são tratados como absolutos na saúde e segurança, eles não são absolutos como em termos biológicos. O primeiro efeito da exposição ao ruído excessivo é uma perda temporária da audição, no máximo 4000-6000 Hz, que às vezes é acompanhada de um ruído persistente nos ouvidos (zumbidos). Esta mudança temporária do limiar dura por algumas horas e a taxa de recuperação da audição é exponencial, retornando ao normal dentro de 12 horas. O grau de mudança temporária do limiar e sua taxa de recuperação não estão relacionados com a susceptibilidade de um indivíduo de dano da orelha interna ruído [observação clínica pessoal]. Se a exposição ao ruído é repetida e prolongada, uma mudança no limiar permanente pode ocorrer afetando os mesmos 4000-6000 Hz frequências. Como a exposição continua ou repetitiva, o que começou como um registro localizado na audiometria se torna, então, mais ampla e mais frequências cada vez mais afetadas, muitas vezes acompanhadas pelo desenvolvimento do zumbido, dando um limiar de mudança permanente. O indivíduo pode estar completamente inconsciente de seu defeito na audição e até as frequências da fala são afetadas. Frequências de uma conversa normal situa-se entre 500 e 3000 Hz. As frequências das vogais entre 500 e 2000 Hz e as consoantes entre 1000 e 2000 Hz.

grave. Presbiacusia parece ter uma origem multifatorial (LAWTON, 1998) e envolve o envelhecimento fisiológico, níveis elevados de ruído ambiente, infecção, drogas ototóxicas, trauma e o sistema auditivo. Os fatores genéticos também parecem desempenhar um papel. Já foi afirmado que o ouvido interno é particularmente vulnerável a uma redução do suprimento de sangue (RICEM, 1987).

Este autor cita que foi demonstrado que a mudança degenerativa progressiva ocorre principalmente nas pequenas artérias de calibre menor. A cóclea⁷⁷, vestibular e artérias labirínticas parecem não ser afetadas, mesmo em idade avançada. Presbiacusia é manifestada por um aumento nos níveis dos limiares auditivos nas frequências mais elevadas, afetando inicialmente 8000 Hz, mas afetando frequências mais baixas quando a idade avança⁷⁸. No Reino Unido, uma licença de voo da tripulação de profissionais pode ser realizada até 65 anos de idade, embora a idade de se aposentar da tripulação de profissionais empregados pela companhia aérea internacional de grandes dimensões é normalmente de 55 anos. Para menos de 50% destes indivíduos pode-se esperar ter a evidência audiométrica da presbiacusia precoce na época da aposentadoria⁷⁹.

Fontes de ruído na aviação comercial – eventual origem ocupacional

Fonte de ruído pode ter origem profissional ou não profissional (social). Potenciais fontes de não-profissionais são muitas, mas podem incluir tiro de armas, a participação em bandas musicais e orquestras, ouvir pessoas e equipamentos de som o uso de ferramentas e equipamentos de construção. Destas fontes sociais, atirar com arma sem a utilização de proteção auditiva seria susceptível de produzir um padrão de ruído unilateral com perda auditiva induzida e esta não é uma atividade comum de lazer para a tripulação de vôo

⁷⁷ A cóclea (ou caracol, devido à sua forma) é a porção do ouvido interno dos mamíferos onde se encontra o órgão de Corti, que contém os terminais nervosos responsáveis pela audição. É um tubo ósseo enrolado em espiral dividido longitudinalmente em três compartimentos cheios de líquido, por meio de membranas. O compartimento central é onde se encontra o Órgão de Corti com as células ciliadas responsáveis pela sensação da audição, através dos movimentos do líquido circundante.

⁷⁸ O autor tem mostrado que para 90% do sexo masculino auditivamente normal no Reino Unido, o limiar auditivo a 6000 Hz aumenta de 21 dB a 30 anos de idade, a 31 dB a 40 anos de idade, a 46 dB a 50 anos de idade, e 67 dB no 60 anos de idade. Para 8000 Hz, os valores correspondentes são 22 dB, 33 dB, 52 dB e 78 dB. Estudos relatados por Davis, 1995 (apud Lawton, 1998) igualmente mostram efeitos da presbiacusia para várias frações do típico ser britânico masculino e feminino aparecendo na faixa etária dos 51-60, afetando as frequências mais altas. Aos 50 anos, 50% da população tem um aumento no limite de 25 dB a 6000 Hz.

⁷⁹ Integrante da ISO-acústica (International Organisation for Standardisation. Acoustics: (Organização Internacional de Normalização. Acústica: Determinação da exposição ao ruído ocupacional e estimativa de perda auditiva induzida pelo ruído, ISO 1999. Genebra, Organização Internacional de Normalização, 1990.

profissional. Fonte de ruído ocupacional para a tripulação de vôo pode ocorrer dentro ou fora da cabina de pilotagem. Fora do convés de vôo, os níveis de ruído na área de estacionamento de aeronaves são tais que exigem o uso de proteção auditiva e está disponível para utilização pelos tripulantes de voo, quando executam verificações externas da aeronave antes da partida. Ruído na área de estacionamento afetam ambas os ouvidos e não seria suscetível de causar perda auditiva unilateral. No convés de vôo, o ruído ambiente é gerado a partir de várias fontes, incluindo o de propulsão aerodinâmica, aviônicos⁸⁰ e dispositivos elétricos. O espectro de frequências é complexo e varia de acordo com a velocidade do ar durante o vôo, da energia e configuração de altitude, e do nível de pressão sonora em diferentes pontos na cabine de pilotagem (*cockpit*). A prática generalizada da comunicações de rádio através de um fone de ouvido que abrange apenas um ouvido, deixa o outro a descoberto para permitir conversar diretamente entre os membros da tripulação, foi pensado para ser a fonte mais provável de ruído potencialmente danosa (WAGSTAFF et al., 1998).

Proteção à Audição em cabines de vôo

O meio mais simples de redução do ruído no ouvido seria usar protetores parecidos com fones de ouvido. Eles são leves, baratos e fáceis de manter. No entanto, demonstrou-se que os plugues de espuma usando o fone de ouvido em ouvido diminuem drasticamente a inteligibilidade da fala e exige que o volume de intercomunicador seja maximizada para assegurar a compreensão da fala (WAGSTAFF et al. 1998). Atenuantes de ruído podem agir de forma passiva ou ativamente. Um ruído passivo auricular atenuante é composto de quatro partes básicas – a concha, o selo, o amortecimento interno e do R/T⁸¹ transdutor. As características de atenuação do fone depende das frequências envolvidas. Atenuação de frequências baixas (inferiores a 400 Hz) é controlada pelo movimento dos cones de ouvido. Assim, os parâmetros importantes destes instrumentos de volume, a rigidez dos selos e seu ajuste. Aumentar o volume, aumenta a atenuação de baixa frequência, mas aumenta a finalidade da concha. Dobrando o volume aumenta a atenuação da baixa frequência de 6 dB. A atenuação das frequências intermediárias (400-2000 Hz) depende da perda de transmissão de ruído através das paredes do sistema e, portanto, o tipo e a massa de material são importantes. Quanto maior a massa, maior a atenuação. Acima de 2000 Hz o barulho do

⁸⁰ Avionics é o conjunto de equipamentos elétricos – eletrônicos da aeronave

⁸¹ R/T- receptor, transmissor

ambiente no interior do sistema é complexo e é o material de amortecimento que provê a atenuação. A instalação do R / T transdutor no sistema de proteção é crítica e inadequada para suportar a estrutura pode levar a uma redução significativa na atenuação das frequências acima de 500 Hz (ROOD, 1988).

O projeto dos fones de ouvido é necessariamente um compromisso entre peso, volume e aceitação individual. O melhor para proteção de ruído passivo pode não atenuar até 30 dB nas altas frequências, mas só até 10 dB nas frequências mais baixas. No entanto, uso prolongado pode levar a queixas de desconforto devido à pressão aplicada no lado da cabeça para garantir um ajuste adequado dos protetores e da pressão da cabeça devido ao peso do auricular. Um tipo auricular passiva já está em uso por companhias aéreas durante viagens relativamente curtas. Porém, tripulantes consideram inaceitável para longa distância voar, devido à crescente desconforto quando usado por longos períodos de tempo. O princípio da proteção auditiva ativa foi descrito por Lueg (1936), mas a redução de ruído ativo (ANR- *active noise reduction*) só se tornaram disponíveis comercialmente em larga escala nos últimos anos.

Um auricular ANR (*active noise reduction*) trabalha continuamente compondo uma amostragem do ruído dentro do fone de ouvido usando um microfone em miniatura. A amostra do ruído tem então a fase invertida 180 graus por um circuito eletrônico e reintroduzida através do alto-falante do fone de ouvido. Isto reduz os níveis de ruído dentro do fone por interferência destrutiva do campo acústico, assim anulando o ruído original⁸². Reduções de 15 dB (A) ou mais são possíveis, mas as limitações no cancelamento ANR significa que os sistemas são mais eficazes na faixa de baixa frequência. A experiência da ANR na aviação tem sido relatada a partir do ambiente militar, especialmente em relação à operação do helicóptero. Wagstaff et al. (1988) avaliaram a ANR para uso em um ambiente operacional da aviação, com especial referência para operações militares de helicópteros.

Pelausa et al. (1995) realizaram um trabalho similar no contexto do exército canadense . Há pouca publicação com relação ao uso de ANR na aviação comercial, pode ser instalado na concha do fone de ouvido e é relativamente leve. É possível fornecer alguma atenuação passiva, bem como a redução de ruído ativo. Atenuação passiva é mais eficaz em frequências mais altas, enquanto a atenuação ativa é mais eficaz na faixa de frequência mais baixa. Isto pode conduzir a um ruído leve e eficiente atenuante que seja aceitável para tripulação no convés de vôo do avião. No longo prazo para a nova geração de aeronaves, redução de ruído em torno das posições da tripulação por meio ativo pode ser eficaz, mas esta ainda não é uma

⁸² Fenômeno acústico de rebatimento

opção. Apesar do cancelamento de ruído ser relativamente bem estabelecida para os aviões turboélice, é difícil conseguir o cancelamento com os espectros de ruído de banda larga contínua encontrados em jatos e turborreatores. O trabalho teórico e experimental não está bem desenvolvida para essas aplicações (PELAUSA et al., 1995).

Preferências subjetivas

O meio aeronáutico(pilotos) manifesta a preferência para o fone de ouvido com sistema ANR (*Active Noise Reduction*) tem sido expressa como preferido por tripulantes em geral⁸³. Este auricular é leve e confortável de usar e oferece um grau de atenuação passiva na faixa de frequência mais alta. Foi considerado aceitável para uso com “camisa de mangas” para períodos longos . A figura 26 apresenta um uniforme tradicional nos dias atuais para pilotagem em cabines de aeronaves com fins de transporte comercial. O piloto está usando o auricular ANR.



Figura 26- O uso da “camisa de mangas”, o uniforme tradicional nos dias atuais para pilotagem. O piloto usa o auricular ANR (*active noise reduction*).
Foto fornecida por Alexandre Rizzo (2005).

A maioria dos os fones de ouvido passivos são rejeitados em razão do volume, peso e / ou desconforto quando usado por longos períodos de rotas inter-continentais. Fones passivos com conchas auriculares grandes também são foram rejeitadas subjetivamente pela maioria dos pilotos.

⁸³ conforme vivenciamos durante nossa experiência na aviação

Sobre o assunto perda da audição – aspectos trabalhistas

Os níveis de ruído de acordo com o estabelecido na Norma NR-17 (NBR 10152), norma brasileira registrada no INMETRO:

- (NBR 17.5.2)Nos locais de trabalho onde são executadas atividades que exijam solicitação intelectual e atenção constantes, tais como: salas de controle, laboratórios, escritórios, salas de desenvolvimentoou análise de projetos, dentre outros, são recomendadas as seguintes condições de conforto.
- Para as atividades que possuam as características definidas no acima o nível de ruído aceitável para efeito de conforto será de até 65 dB (A) e a curva de avaliação de ruído (NC) de valor não superior a 60 dB.
- Os parâmetros previstos no subitem 17.5.2 devem ser medidos nos postos de trabalho, sendo os níveis de ruído determinados próximos à zona auditiva e as demais variáveis na altura do tórax do trabalhador.

Existem determinações de limites de ruído em países como o Reino Unido são definidas pelo *Noise at Work Regulations* 1989⁸⁴. Estas regras, especificamente, excluem no seu âmbito de aplicação, as tripulações das aeronaves, *hovercraft* e navios -Regulamento 3.⁸⁵

Regulamentos trabalhistas sobre ruídos – um breve histórico

Morais (2000) conta em sua pesquisa para redação de uma monografia para obtenção do grau de Mestre que o primeiro trabalho sobre perdas auditivas introduzidas no Brasil foi realizado por Salem em 1938. Ele examinou 100 pilotos, nas frequências entre 64 a 16 000 Hz e exames também por via óssea e concluiu que “nada nos autoriza a crer na surdez

⁸⁴ No Reino Unido são definidos pelo Regulamento de ruídos no trabalho – Estatutório de 1989 - *Noise at Work Regulations* de 1989. *Statutory Instruments* 1989 No. 1790; *Health and Safety*. HMSO ISBN 0-11-097790-4.

⁸⁵ As exclusões são um tecnicismo legal. Um empregador razoável e prudente tomar conhecimento delas e aplicá-las em aviões, apesar da exclusão.

profissional em aviação”. E novamente Salem (1942) publica, em um segundo estudo, a utilização pela primeira vez no Brasil de uma cabine audiométrica na avaliação auditiva de 258 pilotos.

Monteiro (1951) realizou em ciclos semestrais, exames em pilotos comerciais. Quando havia problemas de baixa audição, o exame era repetido após repouso auditivo. Eram eliminados todos os pilotos que haviam feito uso de drogas, pois isto danificaria o cóclea. Este estudo teve como conclusão que: o ruído em aviação e a idade acarretam a baixa audição; parece-nos que a hipoacusia aumenta com as horas de vôo e ela é resultante da ação do traumatismo sonoro intenso que atua na sensibilidade do órgão de Corti.

Em 1954, Monteiro divulga a extensão de suas observações sobre Perdas Auditivas Induzidas por Ruído (PAIR). Desta vez foram examinados 493 radiooperadores e 215 pilotos com mais de 5000 horas de vôo, divididos por faixas etárias. Observou que a surdez entre aqueles profissionais era maior que nos pilotos e considerou que o ruído do rádio é o responsável por tal diferença. Fez também observações importantes sobre o caráter individual da sensibilidade à PAIR (Perdas Auditivas Induzidas por Ruído), com a relação positiva entre a fadiga auditiva e sobre a idade como fator predisponente e a predominância inicialmente em torno de 4000 Hz.

Monteiro et al. (1963) constituíram um grupo de trabalho para estudar e emitir parecer sobre a repercussão do ruído entre os profissionais da manutenção de aeronaves a jato e nas instalações da Aeronáutica, vizinhas dos aeroportos. Algumas normas são propostas para proteção tais como :

- Estabelecer distâncias mínimas quando os aviões a jato e turbopropulsores estivessem com os motores ligados,
- Realização de exames audiométricos e provas de fadiga para seleção de pessoal para manutenção dos aviões a jato,
- Estabelecimento de escala de rotatividade (um ano) para pessoal de manutenção de jatos,

- Exames clínicos periódicos para avaliar transtornos psicomotores, fadiga, irritabilidade, irritabilidade,
- Exame de nível de ruído (pressão sonora no local de trabalho)
- Estabelecimento de afastamento de construções das cabeceiras das pistas, a pelo menos três quilômetros.

Morais (2000) conta que em 1963, Pinto apresentou um resultado de uma pesquisa para padronização de provas logoaudimétricas para avaliar a eficiência auditiva de pilotos e radiooperadores de vôo portadores de trauma sonoro moderado e acentuado e outras deficiências como perdas de faixas de frequência. A Varig naquela ocasião adotou os resultados obtidos com escores mínimos de requisito para contratação.

Em 1964, Mangabeira e Albernaz fazem registros e comentários sobre aspectos clínicos e experimentais do trauma sonoro. Divulga u,a conceituação sobre NITTS (*Noise Inducted Temporary Threshold Shift*), o NIPTS (*Noise Inducted Permanent Threshold Shift*), a relação entre trauma sonoro (TS) e a presbiacusia e discute os resultados preliminares em pilotos da aviação comercial brasileira.

Mangabeira et al. (1965) divulgam um estudo sobre PAIR em 284 pilotos e 75 radiooperadores de linhas comerciais. Foi obtido um histórico auditivo em cada caso e audiologia tonal limiar com curvas aéreas e óssea. Concluíram que os ruídos das aeronaves causavam trauma acústico moderado mas significativo e as perdas auditivas médias estavam relacionadas com o tempo de exposição sonora (horas de vôo) e dentro dos limites da audição profissionalmente aceitável.

Pinto et al. (1967) fizeram uma pesquisa em um esquadrão de aviadores de caça na Força Aérea Brasileira. Foram examinados 26 aviadores e 55 sargentos de manutenção. O estudo mostra que 11,5 % dos aviadores e 5,6 % dos sargentos apresentavam trauma sonoro (TS). Foi evidenciada a necessidade de se realizar exames audiométricos periódicos neste tipo de profissional e de se adotar práticas de distanciamento de locais sabidamente ruidosos e de se usar protetores acústicos.

Um trabalho apresentado à Varig em 1969, Pinto registra seus cinco anos de pesquisa com aeronautas sobre perda auditiva. Este trabalho preencheu um vazio existente nesta área e

influenciou o Ministério do Trabalho (1978) como utiliza-lo como referencial na elaboração de normas trabalhistas correlatas.

Pinto et al. (1976) realizaram uma reavaliação do problema durante a instalação de novos prédios no Aeroporto Supersonico do Galeão naquela época. Estudaram 441 funcionários masculinos da VARIG no Rio de Janeiro Observou-se um aumento dos casos de trauma sonoro na evolução da frota comercial brasileira diante das modificações nas renovações das frotas dos aviões para jatos e turbo-helice.

No grande crescimento do tráfego aéreo para estas novas aeronaves, tanto os tripulantes como os funcionários de pista estavam sendo vitimados. Conclui que, com o melhor enclausuramento da cabine, o ruído interior era muito menor que fora do avião, onde cada vez o ruído externo estaria sendo maior pois os aviões estavam mais potentes.

Legislação trabalhista sobre ruídos e como a aviação se posiciona

Em quase todo mundo, os regulamentos de ruídos no trabalho especificam que todo empregador deve reduzir o risco de danos à audição dos seus empregados da exposição ao ruído para um nível mais baixo, razoavelmente aceitável. Além disso especificam vários níveis de ação. Nos Estrados Unidos, uma delas é um registro diário de exposição ao ruído de 85 dB (A).

Em situações em que os regulamentos aplicáveis, a entidade patronal deve medir os riscos do ruído, se elas são susceptíveis de se aproximar ou exceder este nível de ação e se é ultrapassado, o empregador tem o dever de fornecer aos funcionários informações sobre o ruído e seus efeitos e utilizar protetores auditivos que desejarem utilizá-los. Nos regulamentos do Reino Unido, a diretiva 86/188/CEE, o símbolo *LEP-d* é usado para a exposição ao ruído diário pessoal.

Uma segunda ação trata de uma exposição pessoal diária de 90 dB (A) ou acima deste valor onde o empregador deve fornecer a proteção auditiva e os funcionários são obrigados a usá-lo. A regulamentação diz também que, acima deste valor, a redução da exposição ao ruído deve ser feita por outros meios de protetores auditivosl. Há um terceiro nível de ação, conhecido como o pico de nível de ação.

O pico de ação de nível é um nível instantâneo de 200 Pa (140 dB) e nunca deve ser ultrapassada sem proteção, não importa quão curto prazo, a exposição pode ser. O pico de

ação Level é improvável que seja alcançado em operações normais da aeronave. É importante, nesta fase, fazer a distinção entre os níveis de ruído e exposição ao ruído (PINTO et al. 1976).

A exposição ao ruído é dependente do nível de ruído, mas também é dependente do tempo ou duração. A exposição ao ruído é numericamente igual ao nível médio de ruído para uma mudança de padrão de 8 horas.⁸⁶

Sempre que as posições de uma pessoa ruído diferem substancialmente de dia para dia, deverá estar prevista nos regulamentos para permitir uma média semanal de exposição sonora diária (LEP, w) para ser usado no lugar da exposição diária (LEP, d), para que dias barulhentos sejam equilibradas por dias tranquilos. Isso é assunto para o *Health and Safety Executive*⁸⁷ que aprova e concede um certificado de isenção, o que só é concedido se garantias adequadas estão apropriadas.

Referenciando as ações que geram danos à audição e as ações futuras que vão gerar danos à audição

Robinson et al. (1994) estudaram e concluíram que há pouca evidência sobre a perda auditiva ocupacional de baixo nível de ruído. Em um relatório produzido pela *Health and Safety Executive* afirmam que há um efeito negligenciável sobre a audiência da exposição diária ao ruído de 75 dB (A).

Acima de 75 dB (A), mas abaixo de 85 dB (A) em exposição prolongada ao ruído, existe algum efeito. Mas a quantidade de ruído induzida limiar de mudança é tão pequena que é praticamente indetectável em casos concretos e mensuráveis somente em um sentido estatístico.

Publicações como as do *Health and Safety Executive*⁸⁸ afirmam que existe um risco quantificável de acontecer danos pela exposição a ruídos entre 85 e 90 dB (A), e um problema residual, embora pequeno, de risco abaixo de 85 dB (A). Além disso, é tão pequeno que pode

⁸⁶ Por exemplo, uma pessoa que trabalha para um total de oito horas por dia em um nível de ruído constante de 75 dB (A) terá uma exposição ao ruído de 75 dB (A). Se o indivíduo permanece no nível de ruído por um curto tempo de exposição é reduzido, por exemplo, quatro horas por dia em uma constante 75 dB (A nível de ruído), significa uma exposição de 72 dB (A). Por outro lado, trabalhar mais horas irá aumentar a exposição ao ruído, por exemplo 16 horas por dia, em uma constante 75 dB (A nível de ruído) repercutirá em uma exposição de 78 dB.

⁸⁷ *Health and Safety Executive (HSE)* é um organismo público não departamental, no Reino Unido. É o órgão responsável pelo fomento, regulação e aplicação da saúde no local de trabalho, segurança e bem-estar e para a investigação sobre os riscos ocupacionais, na Inglaterra e País de Gales e Escócia.

⁸⁸ Outras publicações: *Health and Safety Executive*, 1989; *Noise at Work. Noise Guide No. 1: Legal duties of employers to prevent damage to hearing. Noise Guide No 2: Legal duties of designers, manufacturers, importers and suppliers to prevent damage to hearing.* HMSO ISBN 0-11-885512-3.

ser ofuscado pela perda de audição associada com o avanço da idade, quer devido a causas naturais ou os danos da vida diária (GASAWAY, 1987)⁸⁹.

Tratando exposição a ruídos em tripulações

Um trabalho feito por Wilkins (1982) conforme visto na tabela 1 obteve os níveis de ruído apresentados em cada voo. As exposições a ruído sofridas pela equipe dependerá desses níveis e da duração do voo e também em qualquer outro ruído a que estão expostos

Duração da exposição ao ruído em horas	Número de N a ser adicionada ao nível de ruído em dB (A) para dar exposição ao ruído (LEP, d ou LEX, 8h), em dB (A)
12	2
10	1
8	0
6	-1
4	-3
2	-6

Tabela 1- Conversão de níveis à exposição ao ruído

Ao proceder a inspeção externa da aeronave antes do vôo, uma proteção auditiva devem ser usada. Concentrar-se na exposição de ruído durante o vôo, para um tempo total de voo de 8 horas em um dia, esta exposição ao ruído será numericamente igual ao nível médio de ruído. Se o tempo total de voo for inferior, a exposição ao ruído será numericamente inferior ao nível médio de ruído, mas se o tempo de vôo é mais de oito horas de exposição ao ruído,

⁸⁹ *Um membro da tripulação pode mostrar que tenha sofrido perda auditiva induzida por ruído, como resultado direto da exposição a um risco ocupacional e um número razoável de tripulantes se aposentou prematuramente de companhias aéreas, como resultado do zumbido. Até agora, nenhum foi capaz de estabelecer a satisfação de um tribunal que o zumbido é o resultado de PAIR resultantes da exposição ocupacional como um membro da tripulação de voo comercial. No entanto, as companhias aéreas tem a obrigação de minimizar o risco. (GASAWAY, 1987).*

então será numericamente superior ao nível médio de ruído. O valor de N pode ser calculado mais precisamente a partir de $N = 10 \log_{10} (\text{Duração em horas} / 8 \text{ horas})$. Exemplos:

- Se o nível de ruído médio durante um vôo de 8 horas é de 80 dB (A), e não há nenhuma outra fonte importante de ruído durante a jornada de trabalho, a exposição ao ruído será de 80 dB (A).
- Se o nível de ruído média durante um vôo de 4 horas é de 80 dB (A), e os tripulantes estão engajados em deveres tranquilo para o resto de seus dias de trabalho, a exposição ao ruído será de 77 dB (A).
- Se o nível médio de ruído durante um vôo de 10 horas é de 85 dB (A), a exposição ao ruído será 86 dB (A).

A maioria dos voos de longa duração neste estudo feito por Wilkins foram da ordem de 7 a 10 horas, para a exposição de ruído será praticamente igual ao valor numérico do nível de ruído em média. Os voos de curta distância neste estudo foram os voos de regresso e ao período de tempo entre embarque e desembarque no aeroporto de Heathrow, Londres foram da ordem de 5 - 6 horas. Nesses casos, a exposição ao ruído seria obtido subtraindo-se 1 ou 2 do valor de nível de ruído em dB (A).

Usando o estudo acima, podemos sugerir que a exposição de ruído ambiente na cabina de pilotagem seria entre 70 e 80 dB (A). Estes níveis são inferiores aos níveis de ação actual e não representam em si um risco previsível de longo prazo perda de audição. No entanto, os níveis de ruído próximo dos 80 dB (A) é suficientemente elevado para dar lugar a efeitos danosos à audição ou à fadiga crescente.

O efeito do ruído sobre o desempenho é um assunto complexo, mas o efeito do ruído no local de trabalho não pode ser visto em termos de redução de desempenho como uma redução da capacidade para reagir a demandas adicionais e a aumento de fadiga após a conclusão das tarefas.

Seria desejável reduzir o nível de ruído a partir no cockpit, pelo menos nas aeronaves mais ruidosas, embora tripulação tenha de se adaptar à mudança de estímulos subliminares auditivos, que desempenham um papel na percepção espacial e na consciência situacional. Os

níveis de ruído, incluindo as comunicações a partir do auricular são a principal preocupação. Em 80% dos vôos do nível de ruído de 80 dB (A) ou superior, e em 40% dos vôos, o nível foi superior a 85 dB (A), em um caso chegar a 89 dB (A). É provável que as exposições de ruído resultante destes níveis de ruído são também elevados, com 35 a 40% de exposição diária acima de 85 dB (A). Ocasionalmente valores maiores também podem ser atingidos, mas isso seria raro.

Reduzindo exposição de ruído de fones de ouvido e na cabine de vôo

Embora o ruído ambiente na cabine de pilotagem não seja suscetível de causar danos, segundo os estudos de Wilkins (1982), este não determina o nível mínimo de saída do fone de ouvido para comunicação satisfatória acima do ruído. Para o nível sonoro do sinal transmitido no fone de ouvido ser inteligível é preciso ter energia suficiente para fornecer um sinal adequado contrário quando comparado com o ruído de fundo. A preferência pessoal dos membros da tripulação definem o controle de volume que indicam a saída dos fones de ouvido acima do mínimo.

O ruído ambiental também, através do processo conhecido como mascaramento parcial faz com que a saída do auricular pareça mais baixo do que o mesmo discurso na mesma configuração com controle de volume, mas sem o ruído de fundo. É desejável para reduzir o nível de ruído na cabine de pilotagem mas também necessárias para reduzi-lo para permitir a redução da saída dos fones. As tripulações, incentivadas a reduzir as suas definições de volume do fone de ouvido, tiram proveito da redução do ruído.

Efeitos da exposição de ruído nos fones de ouvido e na cabine de vôo

Embora possa ser possível, através do uso de fones de ouvido ANR, a redução dos níveis de ruído na cabine de pilotagem, em 10 dB ou mais, a tripulação não é susceptível de reduzir as saídas de seus fones de ouvido com a mesma intensidade, e como resultado, suas exposições individuais de ruído não são passíveis de serem reduzidas na mesma medida. Para exemplo deste fato citamos uma pesquisa feita por Wilkins (1982) indicou que amostras de fala contínua testado no Boeing 747-436 variaram de qualidade durante todo um vôo

estudado, com uma mistura de vozes masculinas e femininas. Locutores conversando em ambiente de ruído, quando não são instruídos, tendem a aumentar o seu esforço vocal por cerca de 5 dB para cada aumento de 10 dB no ruído ao longo de um vasto espectro de níveis de ruído moderado, que é o *efeito Lombard*⁹⁰ (GASAWAY, 1986).

3.5.3 O voo e a visão

São vários os sentidos que usamos no voo com algumas das limitações que podem se apresentar durante o voo. O sentido da visão depende de nossos olhos, dos respectivos nervos (óticos) e das áreas dentro do cérebro (vide figuras 27 a e b). A luz passa através da tampa frontal e transparente do olho, chamada córnea, da lente. A lente focaliza a luz que, em seguida, viaja para o fundo do olho e cai sobre a retina onde se estimula as células especiais visuais. A ativação das células visuais faz o envio dos impulsos através do nervo ótico para o cérebro. O cérebro processa esta informação para produzir uma imagem do ambiente circundante. A informação visual é usada no consciente e subconsciente para tomada de decisão⁹¹ (MELCHOR, 2004).

⁹⁰ *O efeito Lombard ou reflexo é a tendência involuntária do interlocutor de aumentar a intensidade da sua voz quando se fala em ambiente de alto ruído para aumentar a sua audibilidade. Esta mudança inclui não só volume, mas também outras características acústicas, tais como frequência e duração da dicção das sílabas. Isto resulta em um efeito de compensação de aumento do sinal auditivo em a relação de ruído de palavras do orador. O efeito da necessidade de uma comunicação eficaz é uma redução da audibilidade quando as palavras são repetidas onde a inteligibilidade da comunicação não é o fator mais importante. O efeito foi descoberto em 1909 por Étienne Lombard, um otorrinolaringologista francês (GASAWAY, 1986)*

⁹¹ *MELCHOR J. ANTUÑANO, Medical Facts for Pilots AAM-400-00/1 Federal Aviation Administration, Civil Aerospace Medical Institute, Aerospace Medical Education Division, 2004(85-92).*

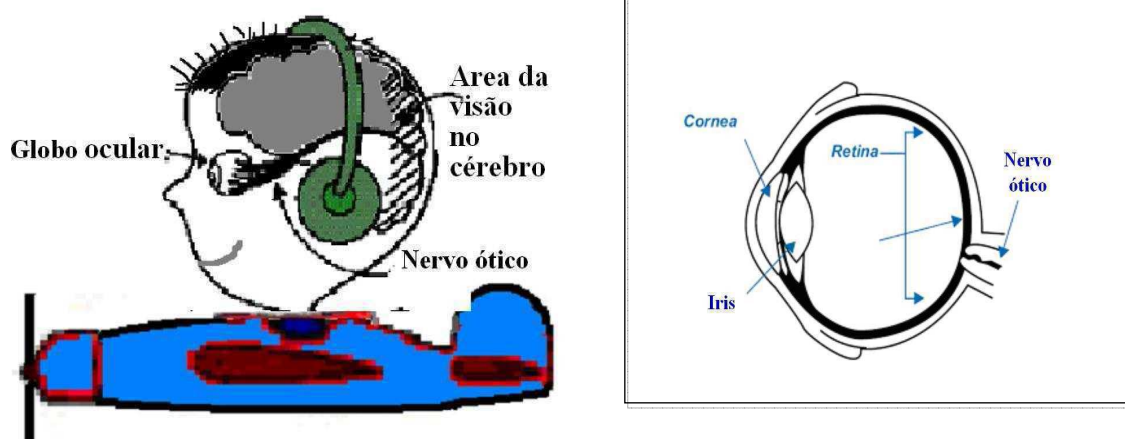


Figura 27a- Os olhos, os nervos óticos e as áreas dentro do cérebro e
 Figura 27b Mais ampliados, o olho humano, seus sensores e componentes.

Fonte: Figuras montadas pelo autor (2010)

Algumas das informações a partir dos olhos desviam informações para áreas de consciência dentro do cérebro e viajam diretamente para as regiões envolvidas no equilíbrio e nos reflexos protetores. Um exemplo deste tipo de reflexo é visto quando se fecha os olhos rapidamente para evitar um inseto ou da entrada de um pedaço de detritos antes mesmo que o sujeito esteja consciente da ameaça. Reflexos subconsciente similares operam também na manutenção do equilíbrio e orientação. Muitas vezes, é útil considerar que o nosso sentido de inclui uma componente focal e um componente ambiental. Visão focal envolve o reconhecimento e identificação de objetos. Visão focal geralmente envolve pequenos detalhes onde se aplica o predicativo **O QUE ?**. A Visão ambiente está preocupada com a localização espacial e tende a responder à pergunta: **Onde ?**

A visão ambiental não exige detalhes finos e geralmente não é reconhecida a nível consciente. Um vôo apoiado em instrumentos é difícil porque depende de visão focal como a principal fonte de informações para orientação e não costuma empregar o sistema de ambiente visual que é especialmente adaptado para fins de orientação. Nossos mecanismos visuais são bem adaptados para a vida terrestre durante o dia, mas na aviação, uma variedade de limitações podem se tornar aparentes. O visual dominante tem o potencial para ser incorretamente substituindo outras informações sensoriais causando desorientação no vôo. Uma série de ilusões visuais também podem ocorrer durante as fases de aproximação da pista de pouso e da aterragem, especialmente à noite. Pode ocorrer uma ilusão onde, à noite, uma pequena luz solitária ou grupo de luzes podem parecer se mover quando na verdade eles

estão parados. A maioria das pessoas já experimentou, provavelmente, este fenômeno ao olhar as estrelas. Pode-se conduzir o humano a um erro olhando para o horizonte e para as luzes de uma outra aeronave em vôo? As Limitações do nosso aparato visual também podem ocorrer durante os períodos de alta vibração, aceleração centrífuga (fenômeno G durante acrobacias), a falta de oxigênio ou durante um vôo à noite onde o movimento e fixação dos olhos não consegue acompanhar a rotação (MELCHOR, 2004).

A claridade e sua influência na visão

Segundo Hyvarinen (1989), o sistema visual humano é capaz de funcionar dentro de uma ampla faixa de condições de luz do dia ou em uma noite estrelada. Esse intervalo é possível porque a retina contém dois tipos distintos de fotorreceptores, cones e bastonetes, que interagem dinamicamente com base nos níveis de luz ambiente. Devido à diferença de tamanho dos cones e dos bastonetes a forma e a resposta como eles interagem mediam a captura de imagem em condições de luz forte e mediam a função visual em condições de pouca luz. Nos níveis intermediários de luz, ambos os sistemas funcionam em conjunto como resultante das qualidades da função visual de ambos os sistemas.

O piloto deve conhecer a sua capacidade de ler textos, identificar objetos e características do terreno, e perceber a distinção das cores quando são prejudicadas em condições de pouca luz. Os Cones estão concentrados na parte da retina associada com o campo central da visão, chamada de fóvea. Estes incluem três subtipos adicionais que são sensíveis a diferentes comprimentos de onda de luz que nós percebemos como vermelho, verde e azul, que permitem a visão de cores. Hastes são mais abundantes que os cones e são distribuídos em toda a área restante da retina.

Ao contrário dos cones, não fornecem nenhuma informação de cor. Cones são menores tanto em diâmetro como em comprimento que as hastes, permitindo mais espaço para as suas células em uma área menor, o que resulta em maior acuidade visual. As hastes tendem a ser maiores e acumulam luz sobre um período de tempo maior do que os cones, tornando-os mais sensíveis em condições de pouca luz, porque eles são mais propensos a absorver luz suficiente para estimular uma resposta. As áreas predominantes destes sensores estão apresentados na figura 28.

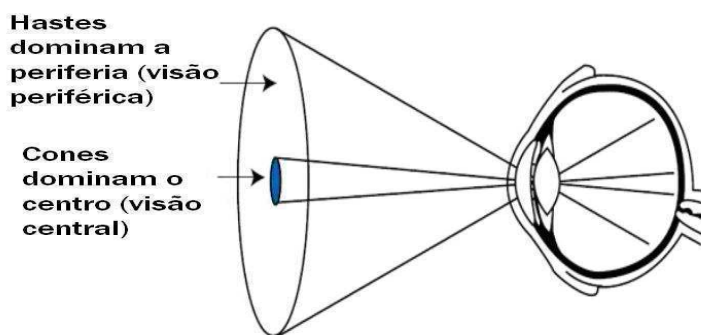


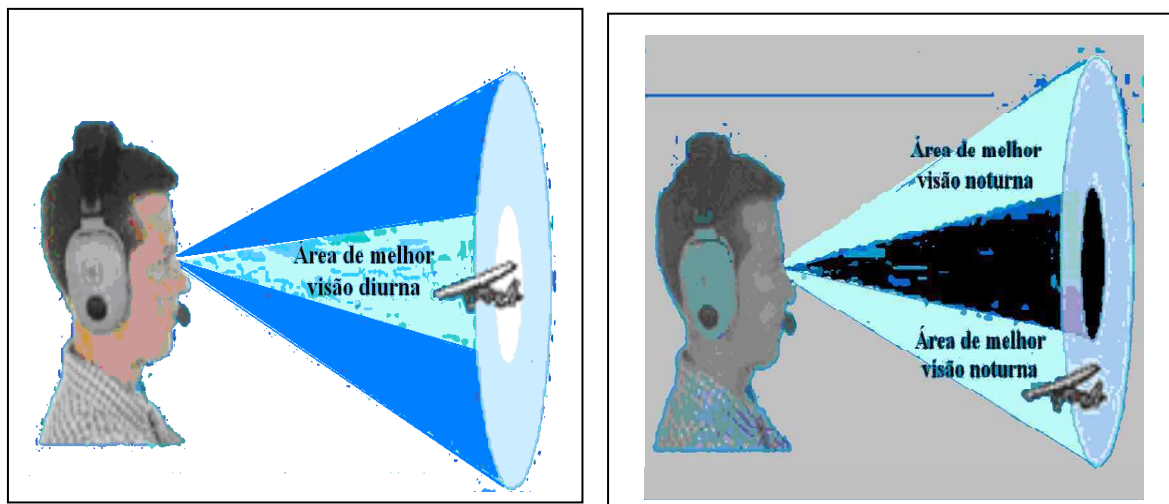
Figura 28- As áreas predominantes de atuação dos cones e das hastes.
 Fonte: figura montada pelo autor (2009)

Os pilotos apuram e modificam sua técnica de varredura em ambiente escuro para compensar mudanças na acuidade visual, e tentam olhar para o lado de alvos pequenos ao invés de tentar fixar nelas. Além do tamanho e forma do indivíduo, fotorreceptores, cones e bastonetes diferem na forma como eles interagem uns com os outros. Embora a retina é composta de cerca de 125 milhões de células fotorreceptoras, o nervo óptico que carrega os sinais da retina para o cérebro é constituído por apenas cerca de 1 milhão de células, como resultado, muitos animais fotorreceptores têm uma única pilha de sensores no de nervo óptico. No entanto, a relação dos receptores das células nervosas não é uniforme em toda a retina. Cones na fóvea pode ter um receptor em relação ao das células nervosas tão baixo como os bastonetes, Combinando as entradas de várias células sobre uma área maior aumenta ainda mais a sensibilidade dos bastonetes à custa da acuidade visual.

Como resultado, grandes objetos permanecem visíveis sob baixos níveis de luz, mas podem existir pequenos detalhes que são mais difíceis de detectar e também ocorrerem textos mais difíceis de ler. Além disso, os cones fornecem pouca informação em condições de pouca luz para nos ajudar a perceber a cor dos objetos durante a noite não muito iluminada onde aparece um lugar funcional cego na fóvea.

A própria visão tem características de focos diferentes de dia e de noite ⁹² Segundo Hyvarinen,1989. Vê-se na figura 46a e 46b estes tipos de capacidades do olho humano.

⁹² A maneira de 'focar' um objeto ou a pista de pouso em um cockpit também deve ser aprendida pelo piloto. Nota do autor



Figuras 46a e 46b – áreas de melhor visão diurna e melhor visão noturna
 Fonte : Federal Aviation Administration (1999) ⁹³.

A falta de 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

⁹³ Federal Aviation Administration- *flightManual of NIGHT VISION, 10-12* , Autorizado mediante citação

novamente os pilotos dependerão de seres humanos, que estão em terra firme e sujeitos a falhas e a problemas com equipamentos (HYVARINEN, 1989).

Esta hipótese não é considerada como parte integrante do trabalho do piloto. Hoje a aviação trata o voo 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 psicossocial 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 implicações para o piloto no voo sem visibilidade

As escalas para voo 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 de procedimento operacional dos pilotos 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 voo 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, 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 voo. 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)⁹⁴. 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 (capítulo 3.5, página 76), a descrição da visão e a ilusão visual do piloto.

⁹⁴ *É senso comum considerar a variação do comportamento humano ante a imprevisibilidade*

Como contornar a ilusão perceptual dos olhos

Todos os recursos devem ser usados em um vôo sem visibilidade para contornar a ilusão perceptual dos olhos. Os pilotos devem utilizar todos os instrumentos de vôo, de navegação, de orientação e para contornar o potencial ilusório das percepções resultantes nas alterações na função visual em vôo sem visibilidade.

Miller et al. (2002) afirma que os pilotos saudáveis com uma boa visão noturna são suscetíveis a problemas de percepção em condições de pouca luz. Além das alterações de acuidade visual e adaptação ao escuro, o desempenho visual é afetado negativamente pelo contraste reduzido à noite. À medida que a iluminação ambiente diminui, a diferença de contraste entre claros e escuros características visuais também se reduz. Em condições de luz do dia, somos capazes de detectar obstáculos, ascensões do terreno e características do solo, pois os contrastes que delineam as bordas de um obstáculo, ou a linha onde o terreno ou água encontra céu. À medida que a iluminação do ambiente, o contraste de objetos e características do terreno diminui e torna-se difícil distinguir as características do meio circundante.

Percepções de velocidade e direção do movimento são baseados em detalhes visuais, como o fluxo aparente do ambiente quando se desloca através deste, a dimensão relativa e a altura de objetos familiares, gradientes de textura e perspectiva linear. Ao voar, esses detalhes também fornecem informações sobre altitude e subida / descida. Uma Iluminação reduzida limita a quantidade de detalhes visuais disponíveis e aumenta a probabilidade de experimentar a percepção ilusória de velocidade, distância, altitude, ou subida / descida. Como resultado, os pilotos podem ser simplesmente incapazes de ver o terreno os morros, árvores, obstáculos ou sombras. Em outros casos, eles podem perder a orientação e ter dificuldade em manter o nível de vôo nivelado ou um bom ângulo de descida quando na aproximação para pouso. Alguns exemplos de noite ilusões perceptivas incluem o seguinte:

- **Falsa ilusão de horizonte-** À noite, os pilotos podem tornar-se desorientado, porque eles são incapazes de distinguir as luzes chão, das estrelas.
- **Formações de nuvens ou padrões de luzes no solo** - também podem criar a ilusão de inclinação do terreno ou a percepção de que o avião é bancário. Essas ilusões podem desorientar os pilotos e levá-los a perder o controle de suas aeronaves, se confiar nas suas percepções, que podem ser falsas, em vez de instrumentos de vôo de aeronaves.

- **Ilusão de distância** – Brilhos na aproximação ou luzes de pista podem ser vistos de longas distâncias à noite. Isso pode criar a ilusão de que o avião está muito mais próximo da pista do que está realmente, levando a um menor caminho de abordagem do que o apropriado.
- **Ilusão em terreno irregular** - Em condições de falta de iluminação, com poucas luzes chão, os pilotos podem ser incapazes de perceber indícios orientação suficiente para julgar altitude ou razão de descida, levando-os a perceber a aeronave a ser maior do que realmente é. Se isso ocorrer, durante a descida, os pilotos podem ter a sensação de que o avião está parado enquanto a pista está, inclinada à distância. Essa ilusão pode fazer os pilotos não distinguirem terreno ou água, ou levá-los para fazer uma descida mais baixo que o devido / ou não alcançarem a pista na aterragem. Em geral, os pilotos são mais suscetíveis às ilusões à noite que semelhantes àquelas encontradas durante o voo em condições de voo por instrumento⁹⁵. A melhor forma de ultrapassar estas e outras ilusões é a utilização de instrumentos de aeronaves de voo e outros recursos. Por exemplo, os pilotos devem usar indicadores de caminho e / ou sistema de posicionamento global (GPS), informações de navegação vertical, se disponível, durante a aproximação e aterragem de noite para atenuar as falsas percepções de altitude ou taxa decendente e um padrão de tráfego adequado sempre que possível.

A Finalidade do voo noturno

A Probabilidade de ocorrência de acidentes é baseada na frequência e no nível de risco associado a uma atividade. A distribuição dos acidentes que ocorrem durante o dia e à noite são proporcionais ao número de horas voadas, no entanto, apenas 2% dos acidentes aéreos ocorrem à noite, provavelmente porque a aplicação aérea é quase exclusivamente uma atividade diurna (relatórios de acidentes com aeronaves de 1990 a 2010).

Para outros tipos de operações de voo, as diferenças podem ser mais complexos. Voos de translado⁹⁶ são um tipo único de operação da aviação geral, pois geralmente envolvem aeronaves e pilotos que fazem grande parte do seu voo em regime normal. Como ilustra o gráfico anterior, um terço dos acidentes de aviação geral em 2003, que envolveu voos de

⁹⁵ O voo por instrumento é apoiado por dispositivos da aeronave conectados à terra e principalmente ao aeroporto onde está pousando e fornecem muito mais segurança para voos à noite

⁹⁶ Se uma parte do voo é feita com um avião vazio para pegar os passageiros para um voo posterior, o trajeto vazio é um voo de posicionamento ou voo de translado

posicionamento ocorreu durante a noite. Esses vôos podem representar um risco adicional se o piloto está experimentando os efeitos da fadiga devido ao expediente já cumprido anteriormente durante o dia.

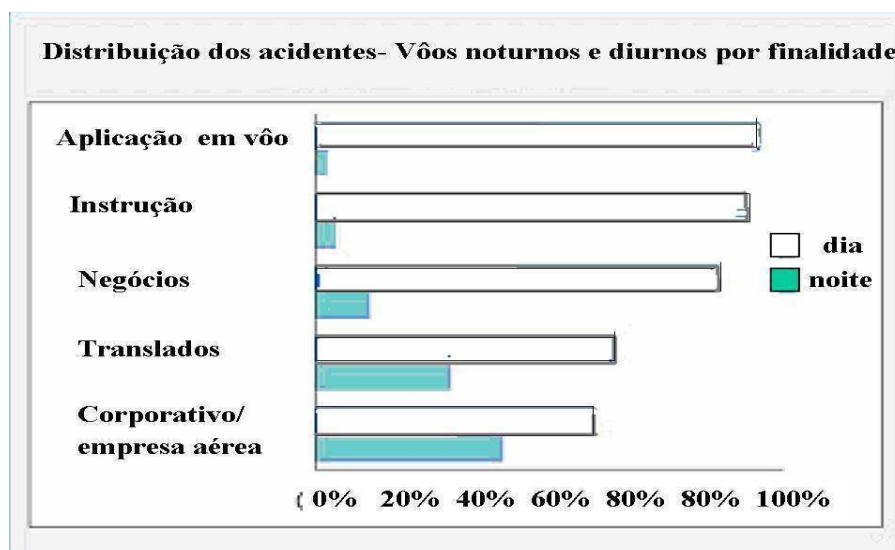


Figura 29- distribuição dos acidentes no dia e à noite.

Fonte: Figura montada pelo autor com base nos dados da Federal Aviation Administration (FAA) , 2008)

A noite e a visão

Muitas das dificuldades associadas ao desempenho de humanos em vôos noturnos começam com a estrutura e a função do sistema visual humano e igualmente os efeitos correspondentes às condições de pouca luz sobre a percepção visual de um piloto. Os problemas de desempenho humano iniciam no sistema visual quando a luz entra no olho através da pupila, passando pela córnea e cristalino sobre a superfície interna da parte posterior do olho, chamada de retina. A retina contém cerca de 125 milhões de células fotorreceptoras que convertem a luz de uma cena visual em impulsos neurais.⁹⁷

O corpo humano: O grande “sensor” na dinâmica do vôo pode falhar

⁹⁷ **"Dia"** significa, na aviação, as categorias de "amanhecer" e enquanto existir iluminação solar. "Noite" inclui as categorias "crepúsculo", "noite", "noite clara" e "noite escura". A noite é definida como "o tempo entre o fim do crepúsculo civil vespertino e no início de crepúsculo civil matutino, conforme publicado no American Air Almanac, convertidas para a hora local. "crepúsculo civil é definida como o momento em que o sol está a 6 graus abaixo do horizonte, a cerca de 30 minutos antes do nascer do sol e 30 minutos após o ocaso. Esta definição se aplica aos requisitos regulamentares, tais como equipamentos mínimos exigidos nas aeronaves para vôo visual (diurno) como registro de tempo de vôo e reserva de combustível necessária. Ao invés de usar uma simples distinção entre dia e noite e crepúsculo as investigações de segurança registram as condições de iluminação no momento de um acidente como um dos seguintes procedimentos: amanhecer, dia e noite, com as classificações adicionais de noite escura e noite brilhante. (Regulamentos de vôo Agência Nacional de Aviação Civi I- ANAC).

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. 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).

O capítulo 3 (3.5.2) discutirá amplamente o sistema otólito e vestibular e o sub-capítulo 3.5.3 tratará o sistema visual.

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.

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. 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 (KENTH, 1992).

Este autor prossegue registrando que 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”. E prossegue citando que, 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.

Prioridade na aviação e geral segura : Características do vôo noturno

Recentes dados de acidentes da aviação geral registrados pelas principais entidades mundiais de investigação e prevenção de acidentes na aviação demonstram que os acidentes que ocorrem durante a noite têm maior probabilidade de serem fatais do que aqueles que ocorrem durante o dia. Existem riscos associados a voar à noite e informações estatísticas fornecem elementos para discutir as questões de segurança relacionadas com as operações da

aviação geral à noite. Não é possível arrolar exaustivamente todas as preocupações relacionadas com a segurança, mas podemos verificar os detalhes pertinentes ao vôo noturno que são importantes para a segurança dos pilotos da aviação geral.

Os dados fornecidos pela Federal Aviation Administration, o órgão oficial de investigação em acidentes nos Estados Unidos, utilizando os resultados da recém revisada, General Aviation and Air Taxi Activity and Avionics Survey de 2004 (Aviação Geral e Atividade Táxi Aéreo e aviónica) mostram as estimativas da distribuição das atividades na aviação durante o dia e à noite (Figura 30).

ACIDENTES noturnos NTSB- 2005	
Acidentes em geral	
Total de acidentes	1739
Acidentes fatais	352
Aeronaves acidentadas	1758
Acidentes noturnos	
Total de acidentes	178
Aeronaves acidentadas	179
Acidentes noturnos danos humanos	
Fatais	55
Sérios	24
Menores	29
Nenhum dano	70
Noturno- Núm. acidentes danos humanos	
Fatais	104
Sérios	45
Menores	66
Pessoas a bordo sem danos	168
Noturno- Danos em aviões	
Destruídos	52
Sérios	121
Menores	2
Nenhum dano	4

Figura 30 - Distribuição dos acidentes na aviação durante o dia e à noite

Fonte: Figura montada pelo autor com base nos dados da Federal Aviation Administration (FAA), 2008)

Estes números devem ser avaliados em conjunto com os acidentes de diurnos, conforme veremos a seguir. Estão em torno do dobro relacionando os acidentes com fatalidades.

Os acidentes noturnos na aviação

Cada ano, entre 1994 e 2003, uma média 11% dos acidentes de aviação geral, ocorreram na noite. Estimativas da distribuição das horas de voo da aviação geral com base no relatório 38 da Federal Aviation Administration sobre as atividades da aviação em geral sugerem que os acidentes são proporcionais à atividade em cerca de 12% das horas de voo da aviação geral à noite (figuras 31). No entanto, a cada ano, uma média 33% dos acidentes foram fatais noite, tornando-os quase duas vezes mais prováveis de serem fatais que os acidentes que ocorreram durante o dia. As razões para o aumento do risco incluem os efeitos das trevas sobre a

capacidade do piloto para ver e evitar obstáculos e as dificuldades aumentaram na resposta segura a situações de emergência.

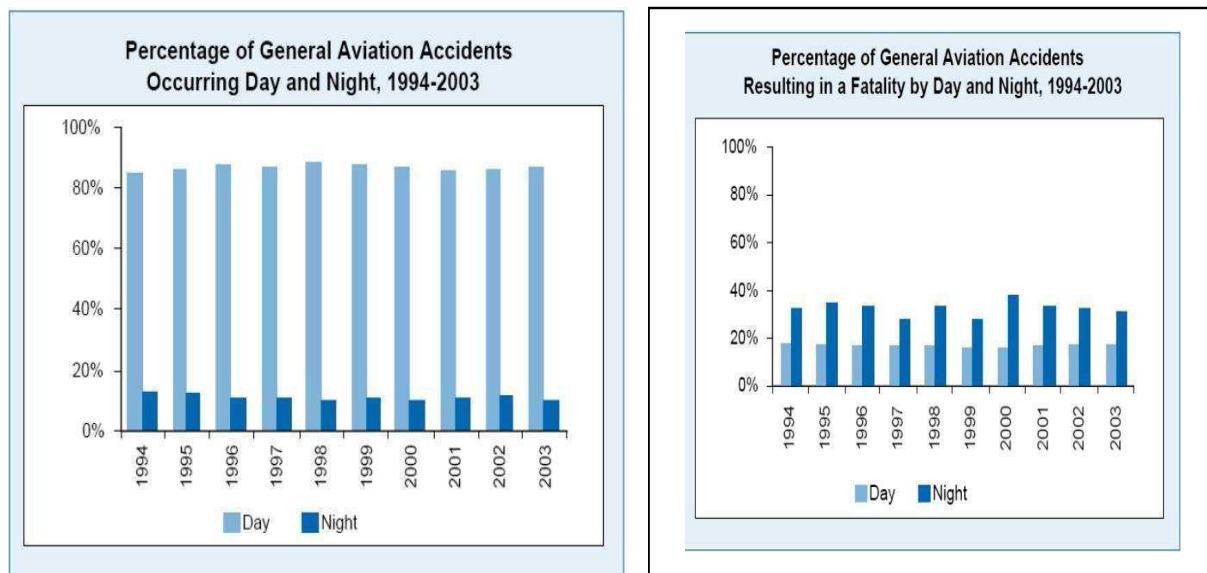


Figura 31- Índices de acidentes - dia e noite .

Fonte: Figura montada pelo autor com base nos dados da Federal Aviation Administration, (2005)

Adaptação à noite antes do voo

Os pilotos devem dar tempo suficiente para os seus olhos para adaptar-se, antes de partir em um voo noturno, e deverão posteriormente evitar a exposição à luz durante mais de um segundo ou ambos para evitar uma perda de adaptação ao escuro. Quando um bastão ou um cone é estimulado pela luz, os pigmentos nas células convertem a luz em um impulso neural. As células devem regenerar estes pigmentos após cada impulso antes de estar prontas para disparar novamente. Regeneração do pigmento leva cerca de 5 minutos nas células dos cones e até 30 minutos em bastonetes. Estas diferenças nas células também tem o tempo de recuperação aumentado em sua sensibilidade quando transitarem em luz brilhante. Quando uma pessoa se move de brilhante a luz baixa, melhora a sensibilidade para os primeiros 3-4 minutos e o nível de ajustamento dos cones é reduzido. A sensibilidade continua a aumentar à medida que as hastes se adaptam, chegando à sensibilidade máxima após cerca de 30 minutos. A luz vermelha é utilizada para a iluminação do cockpit, pois as hastes são menos sensíveis ao comprimento de onda (vermelho) a luz, e tem um pequeno efeito negativo sobre a adaptação ao escuro (MILLER, 2002). O Manual de Informação Aeronáutica recomenda o uso breve de uma luz branca ofuscante como necessário no cockpit na iluminação à noite porque a luz

vermelha pode tornar difícil a ler cartas aeronáuticas ou focar objetos na cabine. Quando os pilotos usam a luz branca no cockpit devem fechar um olho para manter uma certa adaptação ao escuro.

Os pilotos podem tomar providências para melhorar sua visão noturna

O tabagismo, a deficiência de vitamina A, a cabine em alta altitude, a exposição ao monóxido de carbono dos gases de escape do motor e a fadiga podem afetar negativamente a visão de um piloto noite (KARA, 1996) . Além de não fumar e manter uma dieta saudável, os pilotos podem melhorar a sua visão da noite, mantendo uma altitude inferior da cabine e / ou uso de oxigênio durante a noite.

ILUSÕES QUE MATAM- a ilusão visual e a falsa visão que causam acidentes

Este sub-capítulo é iniciado discutindo o aspecto incontrolável da máquina biológica humana que pode enganar as habilidades de um competente piloto: A ilusão visual.

A fase mais crítica do voo é o pouso. 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. 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.

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 psicossocial 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 aeronave⁹⁸. Mas nem todos os aviões militares seguem uma linha de conforto para o piloto. Muitas vezes exigências decorrentes da finalidade da aeronave contraria princípios ergonômicos da máquina tipo o caça Stealth b-117 que tem desenho aerodinâmico invisível a radares, dos Estados Unidos que pode ser visto na figura 32a ou a péssima visão do Paulistinha P-56 quando está em terra, devido à roda direcional (bequilha) na cauda visto pousado na figura 32b.



Figura 32a e 32b Visões frontais limitadas do F-117 devido ao formato aerodinâmico e do antigo treinador básico civil Neiva Paulistinha P-56 quando em terra (ponto de vista do piloto)
Fonte: acervo do autor (2008)

Um grande problema é a distorção devido a condições meteorológicas. Um efeito é o chamado erro *slope* (parallax) representado nas figuras 33a e 33b 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 conseqüências desastrosas.

⁹⁸ Um bom exemplo desta natureza é o uso do caça P-47 por pilotos brasileiros na segunda guerra mundial, que eram pequenos, em média para o assento original do avião mostrando como os aspectos antropométricos são muitas vezes negligenciados.



Figura 33a- Erro de julgamento no pouso e Figura 33b o efeito ilusório durante o dia - (*parallax-slope*)
 Fonte: figuras montadas pelo autor (2005)

ILUSÕES QUE MATAM- Olhos e ouvido iludindo

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 34.



Figura 34 - A visão falha
 Fonte: montagem do autor feita com com foto cedida pelo Comandante Bastos, Julio (2005)

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 de reconhecimento da vulnerabilidade, ou de decisões relacionadas à altitude sempre apoiadas em instrumental,

- a. Alertar as tripulações para pistas em locais sabidamente detentores de ilusão 1,
- b. Certificar aeronaves com boa qualidade de visão e bom material transparente e
- c. Desenvolver técnicas de aumento de amplitude visual.

ILUSÕES QUE MATAM- Má visibilidade nas decolagens e a ilusão de subida

Muitas aeronaves foram destruídas e muitos aviadores e os seus passageiros morreram em consequência da falsa ilusão de subida⁹⁹. Ao contrário da ilusão de aproximação e pouso que raramente resultam em mais do que um pouso forçado ou uma aproximação mal feita, esta ilusão mata. Compreender os mecanismos por trás da falsa escalada é bastante difícil, mas é um primeiro passo importante para evitar tornar-se uma de suas vítimas.

A falsa ilusão de subida é um exemplo clássico das limitações dos nossos sentidos, principalmente a visão, o equilíbrio durante o voo. Esta ilusão ocorre quando os nossos sentidos órgãos equilíbrio otólitos durante o voo fornecem informações enganosas para o cérebro e não há sensações suficientes nos olhos para corrigir o erro. O desenho caricata abaixo na figura 35 representa o que se passa na mente do piloto enganado por seu sistema vestibular (otólito)¹⁰⁰.

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).

⁹⁹ *Um avião Embraer- Bandeirante, do governo de Pernambuco caiu no final da década de 90, ao decolar da ilha de Fernando de Noronha. Presume-se que um defeito no altímetro deu uma falsa idéia de subida fazendo os pilotos corrigirem uma trajetória inexistente e fazendo o avião lotado cair na água matando todos os passageiros e pilotos. Nota pessoal: Não considero a possibilidade de erro humano neste acidente porque o piloto daquela aeronave era conhecida por sua rara e admirada habilidade com controle de aeronaves, sendo colega de voo deste autor.*

¹⁰⁰ *Concreção calcária, que se encontra no órgão de equilíbrio (ouvido interno) do homem e de alguns animais. (KENTH, 1992).*

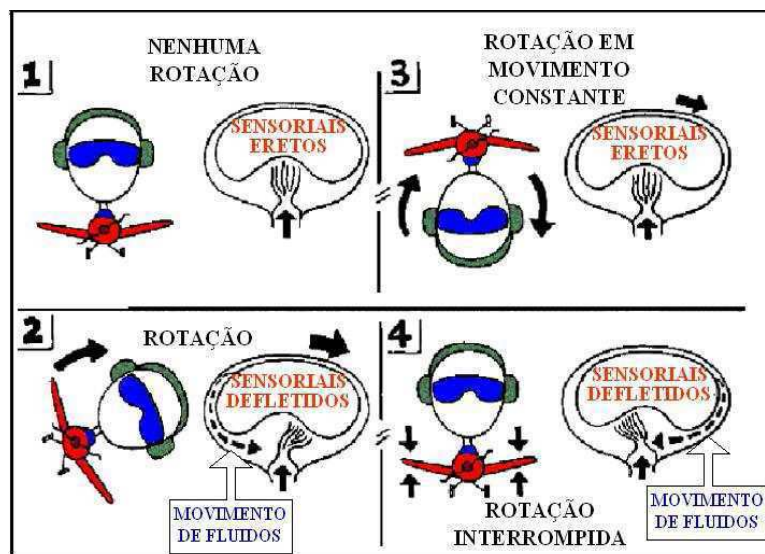


Figura 35- A falsa ilusão de subida em um vôo sem visibilidade.
 Fonte: montagem do autor feita com foto cedida pelo Comandante Bastos, Julio (2009)

Guyton (1992) descreve o aparelho vestibular como um o órgão sensorial que detecta as sensações relacionadas com o equilíbrio e se localiza dentro do ouvido interno. Este é composto principalmente do ducto coclear, de três canais semicirculares e de duas grandes câmaras conhecidas como utrículo e sáculo. O ducto coclear é a principal área sensorial para a audição e não tem nada a ver com o equilíbrio. Todavia, o utrículo, o sáculo e os canais semicirculares são todos partes integrantes dos mecanismos responsáveis pela manutenção do equilíbrio.

Os canais semicirculares detectam a rotação do corpo. Quando há movimentação, a endolinfa dos canais semicirculares move-se em direção oposta ao movimento da cabeça. Quando ocorre uma parada abrupta da rotação, a endolinfa continua a rodar quando cessa a movimentação. Neste momento acontece a parada do disparo das células ciliares. Assim, os canais semicirculares transmitem um sinal de uma polaridade quando a cabeça começa a girar para uma polaridade oposta, quando ela pára de girar. O autor prossegue descrevendo que a função dos canais semicirculares não é manter o equilíbrio estático ou manter o equilíbrio durante a aceleração linear ou quando a pessoa está exposta à forças centrífugas constantes. A perda da função dos canais semicirculares faz com que a pessoa tenha um equilíbrio precário quando tenta movimentos corporais rápidos e intrincados. Cada vez que a cabeça é girada subitamente, sinais provenientes dos canais semicirculares provocam a rotação dos olhos na direção igual e contrária à rotação da cabeça. Esses sinais são transmitidos dos canais para os núcleos oculares, por meio dos núcleos vestibulares e do fascículo longitudinal medial (GUYTON, 1992).

Watson (2009) também descreve, em seus artigos, os efeitos dos sensores quando o corpo está submetido a forças externas de movimento circular conforme ilustrado na figura 36.



EFEITOS DA ROTAÇÃO NOS CANAIS SEMI-CIRCULARES

Figura 36- Forças externas de movimento circular e o sistema vestibular reajustando o equilíbrio do corpo. Fonte: montagem do autor feita com foto cedida pelo Comandante Bastos, Julio (2009)

È necessário avaliar o funcionamento de nossos mecanismos do ouvido - os órgãos otólitos. Existem dois órgãos otólitos em cada ouvido - um vertical e um horizontal. Sua função principal é fornecer ao cérebro com informações sobre a posição da cabeça. Cada otólitos contém pequenos cristais anexado às extremidades livres de minúsculos pêlos sensoriais que são, por sua vez, ligada às células nervosas especiais (Figuras 37 e b) que condicionam sinais para sustentação do equilíbrio. Quando a cabeça está inclinada a gravidade age sobre os cristais e faz com que os pêlos sensoriais se curvem. Essa flexão dos pêlos sensoriais estimula as células nervosas que, em seguida, envia sinais para o cérebro.

Como poderia um instrumento de comando saudável, avaliado, que é um piloto experiente fazer um Beech King Air perfeito, no chão, e cair apenas alguns segundos depois de decolar em uma noite de céu claro, sem iluminação? Aconteceu há vários anos, resultando na morte do piloto e de quatro de seus cinco passageiros. Este acidente tanto como muitos outros como este tem as características de partida comum à noite, céu escuro sem horizonte visível, e o terreno escuro sob a trajetória de descolagem.

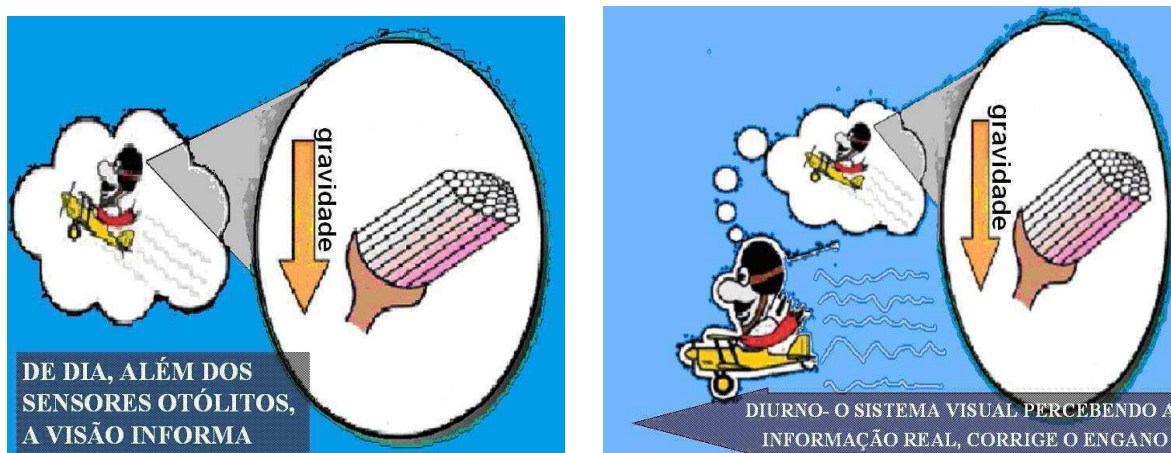


Figura 37a- Um órgão otólito agindo quando a cabeça está realmente inclinada em uma subida. Figura 37b- Em um voo em linha reta os otólitos enganam a mente que imagina a cabeça inclinada ao invés de estar na vertical.

Fonte: montagem do autor feita com foto cedida pelo Comandante Bastos, Julio (2009)

Mas durante o dia, outros órgãos sensores, como os olhos, funcionam como mecanismos corretores para reposicionamento situacional do piloto para a realidade. O órgão de otólitos na posição neutra condiciona a compreensão da falsa ilusão de subida, também conhecida como a ilusão *somatogravica*. O cérebro usa os sinais de todos os quatro otólitos para calcular a posição da cabeça. Esse processo ocorre muito rapidamente, muito freqüentemente, e sem qualquer esforço consciente. Os otólitos permitem que o cérebro determine a posição da cabeça ao sentir a direção da gravidade agindo sobre os cristais otólitos. Isto é geralmente um muito eficaz e eficiente mecanismo e nos ajuda a manter o equilíbrio quando movemo-nos. Em menor medida os otólitos também ajudam a manter os olhos fixos em um objeto, enquanto caminhamos ou corremos.

Os otólitos são também influenciados pela aceleração em linha reta. É a segunda influência que leva a falsas ilusões em subidas. Com a ação gravidade os movimentos em linha reta provocam a aceleração dos cristais otólitos e faz com que os pêlos sensoriais se curvem. Quando os pelos dobram, as células nervosas são estimuladas e enviar mensagens ao cérebro - exatamente as mesmas mensagens de quando a cabeça está inclinada. Se não há informações corretivas provenientes dos olhos, os otólitos vão enganar o sistema interpretativo da mente para esta imaginar que a cabeça está inclinada ao invés de estar acelerada conforme visualizamos do desenho da figura 37b.

Aceleração em linha reta nunca age no otólitos de forma isolada porque a gravidade também está presente (sempre, exceto nas profundezas do espaço). As forças devido à

gravidade e à aceleração em linha reta combinam para produzir uma força total ou resultante que é percebida pelo otólitos. É esta força resultante que atuam conjugadas com os órgãos otólitos. A confusão, e a origem da escalada da "falsa ilusão" surge porque o homem tem evoluído em um ambiente onde a gravidade é a principal força que influencia os nossos órgãos otólitos. Estamos acostumados a interpretar os sinais dos otólitos como indicação da posição da nossa cabeça. Nosso cérebro não é projetado para verificar se podem haver outras acelerações atuando em nosso corpo. Vemos na ilustração 38 o efeito combinado da gravidade e da aceleração em linha reta sobre os órgãos otólitos.



Figura 38- O efeito combinado da gravidade e da aceleração em linha reta sobre os órgãos otólitos.
 Fonte: montagem do autor feita com com foto cedida pelo Comandante Bastos, Julio (2009)

Quando as outras forças agem em conjunto com a gravidade sobre do nosso corpo, geralmente de curta duração (como quando você executa ou salto), nosso cérebro não precisa confiar apenas em sinais dos otólitos. Na maioria das situações do dia-a-dia o nosso cérebro recebe a maior parte da informação de orientação de nossos olhos. Normalmente a informação de que substitui os olhos dos outros órgãos, incluindo o equilíbrio otólitos. Na ausência de informações suficientes, a partir dos olhos, a presença de mais acelerações em linha reta pode provocar o cérebro para este fazer cálculos para a posição incorreta cabeça. A aceleração linear pode causar uma sensação de direção na qual a força resultante atua para mover-se em uma direção para trás. Isso faz com que os órgãos otólitos enviem o sinal ao cérebro exatamente como o mesmo que eles o fazem quando a cabeça está inclinada para trás (figura 37a). Este é o mecanismo básico que se esconde por trás da falsa ilusão de subida. A

aceleração faz o cérebro incorretamente concluir que a cabeça está inclinada para trás (figuras 39).



Figura 39a- A força resultante enquanto a aeronave está no solo e parada. Os otólitos e os olhos indicam corretamente o sentido e a posição real da cabeça. (Sem a ação da aceleração linear) e Figura 39b- A força resultante durante a rolagem no solo (gravidade e aceleração em linha reta). A informação visual substitui os sinais incorretos otólitos

Considerando uma noite escura durante uma decolagem, quando o avião está alinhado, esperando para aplicar força nos motores, a gravidade é a única força atuando no otólitos (Figura 40). Eles indicam corretamente o sinal ao cérebro que a cabeça está essencialmente na vertical. Esta é apoiada por informações visuais, como o posicionamento e as perspectivas das luzes da pista e dos edifícios adjacentes iluminados, ao longo da pista de pouso e decolagem. As informações dos otólitos para o cérebro é correta e é apoiada por informações visuais. Não existe qualquer conflito. Uma vez que a aeronave começa a corrida na pista para a decolagem, a aceleração linear começa a agir sobre os otólitos em conjunto com a gravidade. A direção dos movimentos da força resultante para a retaguarda e os otólitos se inclinam incorretamente e enviam o sinal ao cérebro que o piloto “está” em uma posição inclinada para trás (Figura 40). No entanto, quando o avião descola do chão na decolagem, o sistema ocular ainda a nível de vôo muito baixo, o piloto é capaz ainda de ver as luzes da pista, bem como os de todos os edifícios adjacentes mas um pouco acima do solo, na subida, e sem visibilidade não é capaz de perceber estas referências que indicariam a posição real da aeronave. Esta informação correta visual, se percebida, substitui os sinais incorretos dos otólitos e embora exista um conflito entre a informação visual e otólitos não haveria resultados de ilusão porque o cérebro teria mais conhecimento da informação visual. Na ausência de informação visual para corrigir os efeitos da aceleração frontal e linha reta durante a decolagem, resulta

na ilusão de uma atitude de inclinação da aeronave denotando uma falsa ilusão de subida segundo a figura 40¹⁰¹.



Figura 40- Sem visibilidade com aeronave subindo, a situação muda drasticamente porque o piloto já não é capaz de ver as luzes da pista. A força resultante agindo sobre os otólitos durante a subida, na ausência de informação visual correta, causa uma falsa ilusão de subida

Fonte: montagem do autor feita com com foto cedida pelo Comandante Bastos, Julio (2009)

Como não há nenhum horizonte ou luzes no solo para serem vistas e substituírem os sinais dos otólitos, o piloto experimenta um poderoso processo de ilusão. Consciente ou inconscientemente, o piloto aplica comandos de descida para corrigir um suposto movimento de subida da aeronave para evitar a perda de sustentação (atitude versus altitude). A atitude do avião é o ângulo entre a direção e seu eixo longitudinal como visto na figura 41.



Figura 41- A atitude da aeronave- o ângulo entre a direção e seu eixo longitudinal

Fonte: Montagem do autor (2007)

¹⁰¹ Podemos visualizar, para melhor entendimento, a Figura 37a.

Isso agrava o problema, permitindo que a aeronave a acelere ainda mais causando um agravamento da ilusão. Muito rapidamente um ciclo vicioso é criado com as pseudo-correções, que conduz ao agravamento da ilusão de que por sua vez leva o piloto a comandar mais uma correção de descida. Se a ilusão não é reconhecida, e nenhuma sinalização visual apropriada é vista, o piloto rapidamente dirige o avião para a terra e conseqüentemente para a morte. Os impactos de aeronaves com asas niveladas, em uma atitude de nariz¹⁰² baixo é frequente, geralmente matando todos a bordo. A maioria das pessoas acha difícil acreditar que um piloto experiente poderia tão facilmente pilotar um avião que funcione perfeitamente se dirija ao chão com tais conseqüências. Isso ocorre porque a maioria das pessoas não percebem como insidiosa a ilusão de subida pode ocorrer.

Em um ritmo crescente, em aviões a jato, pilotos acreditam que sua aeronave está com o nariz alto, na vertical ou mesmo invertido, quando na verdade está acelerando rapidamente de volta à Terra em um mergulho progressivamente mais acentuado. A falsa ilusão de subida é muito real e muito perigosa. A melhor maneira de evitar se tornar uma vítima desta ilusão é a compreendê-la, reconhecer situações potencialmente perigosas, e manter um perfil de voo disciplinado por instrumento¹⁰³.

Os otólitos transmitem uma informação enganosa para o cérebro durante cada descolagem. A ilusão de subida falso só se torna uma ameaça quando não há informação correta inadequado visual disponível¹⁰⁴. O citado acidentado avião King Air na Wondai decolou de uma pista apagada, em uma noite muito escura sem lua. Uma vez que o piloto tinha descolado do chão, ele teria perdido todos os sinais exteriores visual. Se ele tivesse mudado de imediato e consultado os instrumentos, ignorando as sensações de seu corpo enquanto ele estava, erradamente em uma subida contínua e ininterrupta. Ele estava, provavelmente distraído e não transferiu as observações imediatamente para os instrumentos, ou não foi capaz de acreditar em seus instrumentos. A aceleração linear teria causado a seus otólitos um referencial de informações incorretas transferidas para o seu cérebro que o fez agir erradamente. Esta ação resultou na aeronave colidir com a terra a 600 metros do final da pista apenas ligeiramente à esquerda do eixo. Uma série de eventos semelhantes já custou muitos aviões em todo o mundo, apesar da ilusão ser reconhecida e bem documentada há mais de quarenta anos.

¹⁰² O termo “nariz” é adotado mundialmente na aviação para definir a frente da aeronave

¹⁰³ Voar por instrumentos é a técnica que o piloto adota para se apoiar em instrumentos da cabine para, definitivamente, acreditar nos movimentos, altitude e atitudes da aeronave e tomar decisões correlatas e corretas para controle de voo.

¹⁰⁴ Daí o termo “decolagem com noite escura”, que é tão frequentemente utilizado quando se discute essa ilusão.

O outro cenário clássico para a falsa ilusão de subida é uma superação do terreno sobrevoado apagado em uma noite escura. De maneira semelhante à descolagem ilusão de aceleração linear que resulta da aplicação da potência total nos motores faz com que os otólitos transmitam a falsa sensação de mudança de direção. A falsa ilusão de subir também vai ocorrer com a aplicação de potência e aceleração, em linha reta e horizontal em condições meteorológicas ruins. A aceleração inesperada após a entrada em uma nuvem vai levar a uma falsa ilusão de subida, com conseqüências potencialmente desastrosas para um piloto não apoiado em instrumentos. O primeiro passo para evitar as conseqüências desastrosas da falsa ilusão de subida deve ser especialmente cautelosa em partidas com noite escura, ou decolagem sobre um terreno apagado (ou água).

É prudente o piloto considerar essa ilusão, sempre que estiver usando uma pista desconhecida ou aeródromo à noite. O segundo passo para evitar esse perigo é uma transferência tempestiva de apoio e eficaz para os instrumentos. O indicador de velocidade do ar é o instrumento mais útil durante as fases iniciais de uma decolagem noite escura. Se a velocidade de melhor ângulo de subida é mantida com asas niveladas, o piloto pode estar confiante no processo de voo. Qualquer aumento da velocidade pode indicar descida, enquanto uma velocidade menor vai resultar em desempenho escalar degradadas e pode colocar o avião e passageiros em risco de queda. Durante o voo apoiado por instrumentos a informação mais significativa é derivada do indicador de atitude (horizonte artificial) suportada pelo altímetro e do indicador de velocidade vertical (*Vertical Speed Indicator*). A figura 42 apresenta estes instrumentos principais das aeronaves¹⁰⁵.



Figura 42- O indicador de atitude (horizonte artificial), o altímetro e do indicador de velocidade vertical (*Vertical Speed Indicator*)

Fonte: montagem do autor feita com com foto cedida pelo Comandante Mallet (2005)

¹⁰⁵ Outros instrumentos auxiliam a indicar atitudes anormais e não desejadas do avião como bússola, acelerômetro e inclinômetro (pal-e-bola).

Estes instrumentos podem produzir informações enganosas durante os primeiros estágios de uma subida na decolagem. Um giroscópio (horizonte artificial) pode estar sujeito a erros quando expostos a aceleração linha reta¹⁰⁶. Durante a decolagem, esta precessão giroscópica pode resultar na indicação uma atitude de nariz ligeiramente mais alta do que realmente é. Durante os estágios iniciais de uma subida o altímetro e o indicador de velocidade vertical pode não ter tido tempo suficiente para estabilizar totalmente e poderia estar dando leituras confiáveis (menos de um problema se uma inércia levar Vertical Speed Indicator estiver instalado)¹⁰⁷. Durante a descolagem em uma noite escura é fundamental¹⁰⁸ o piloto se apoiar em instrumentos até que tenha alcançado uma altitude segura. Nenhuma tentativa deve ser feita para olhar para trás, as luzes da pista ou qualquer outro referencial de iluminação. Isto é extremamente perigoso, especialmente em uma aeronave de asa baixa, porque uma asa pode girar despercebida quando o piloto virar a cabeça. Não há pressa para recolher o trem de aterrisagem nem iniciar os procedimentos de comunicação por rádio deve ser realizada até, pelo menos 500 pés. A falsa ilusão de subida faz com que o piloto para aplique comandos de descer e as dramáticas conseqüências da falsa ilusão de subida pode ser evitada por um instrumento digital¹⁰⁹ muito eficaz, mantendo a velocidade e tendo um cuidado especial quando voar para pistas desconhecidas em noites escuras.

3.5.4 Orientação e desorientação espacial durante o voo: Os olhos, os ouvidos, e o corpo como instrumentos de vôo

Nossos sentidos da visão, audição, tato, equilíbrio, olfato e paladar são geralmente tidos como certos na vida cotidiana¹¹⁰. Nós podemos andar eretos, cheirar o ar e ouvir os sons ao

¹⁰⁶ Os altímetros das grandes aeronaves modernas são eletrônicos cujo funcionamento é muito diferente dos instrumentos antigos tais como mostrados na figura . Porém estes antigos equipam uma grande parte dos aviões de pequeno e médio portes que ainda voam em todo mundo e muitos ainda estão instalados em aeronaves de grande porte de transporte de carga e passageiros. Isto se deve à grande durabilidade e vida útil dos aviões

¹⁰⁷ Vide nota de rodapé numero 36, onde um acidente é descrito causado possivelmente por esta razão.

¹⁰⁸ E também obrigatório para vôos sem visibilidade

¹⁰⁹ Vide nota 41

¹¹⁰ Orientar-se em vôo pelas sensações do corpo (assento), muitas vezes refere-se à ousada e temerária demonstração de valentia na aviação. Existe na aviação uma expressão (senso comum) que fala da “pressão do assento nas nádegas” como o mais importante e incontestável “instrumento” de avaliação da força da gravidade e da velocidade atuando em um determinado momento do vôo no avião. Este “instrumento” também indica ao piloto as variações de velocidades verticais (para cima e para baixo) em um momento do

nosso redor, sem ter um segundo pensamento para os complexos processos em jogo dentro de nossos corpos que nos proporcionam sensações diferentes. Nossos mecanismos sensoriais passaram milênios em evolução até o seu nível actual de sofisticação sendo capaz de lidar com mais prováveis experiências terrestres. Assim que sai da terra firme e entra no espaço acima do solo, nossos sentidos assumem uma importância inteiramente nova e algumas de suas limitações pode tornar-se aparente. Interessantes e muitas vezes estranhas, as ilusões que se apoderam de nossos sentidos quando estas são incapazes de lidar com o ambiente de vôo. A visão é o sentido principal que usamos durante o vôo. A maioria dos nossos orientação espacial durante o vôo e pousado sobre os instrumentos está o nosso sistema visual. Se houver qualquer discordância entre a visão e os outros sentidos, a informação de orientação visual tende a substituir os outros sentidos. A visão também pode ser pensada como sendo o sentido dominante durante o vôo. E esta dominância visual é uma causa potencial para as ilusões e desorientação durante o vôo.

Acidentes aéreos ocorrem devido às ilusões causadas pelas limitações do nosso sentido da visão. O conhecimento dessas ilusões é um passo importante na prevenção de futuros acidentes. Informações sensoriais do equilíbrio e da posição é fornecida pelo sistema vestibular. Minúsculas estruturas profundas dentro de nossos ouvidos chamados canais semicirculares e alterações de órgãos otólitos fornecem senso de posição à cabeça (vide figura 43). Os canais semicirculares e dos órgãos otólitos fornecem a posição e o movimento de informação para ajudar na manutenção do equilíbrio e na fixação dos olhos sobre objetos. Esta conexão entre o ouvido interno e os olhos nos ajudam a manter os olhos sobre um objeto, enquanto se move a cabeça. Essas conexões também têm o potencial de provocar ilusões, como a ilusão vetorial que ocorre quando se está parado em semáforos ou o carro ao lado, a se move para para a frente.

Um carro vizinho, quando visto pelo olhar periférico é interpretado pelo cérebro como um movimento do seu carro para trás. Se a rotação for pequena nos canais semicirculares, estes sensores não registram qualquer alteração na rotação do mundo externo ao corpo do indivíduo¹¹¹. Assim, é possível, gradualmente, ao efeito de uma taxa de rotação rápida ocorrer que estes sensores sejam completamente inconscientes se não houver uma informação visual disponível para substituir e corrigir o sistema vestibular (vide nota de rodapé 109 pág 136). A figura 43 apresenta o sistema sem impressão de sensação de movimento.

vôo. Voando pelo "assento" vai além da idéia de apenas dar a impressão que o vôo foi conseguido com o uso limitado de instrumentos ou, no caso, os sentidos da visão e equilíbrio.

¹¹¹ *Tão forte é a ilusão de que você está momentaneamente convencidos de que você vai rolar para atrás*



Figura 43- O sistema otólico, neste caso , com os pelos eretos, não apresentando nenhuma sensação de movimento Fonte : Montagem feita pelo autor (2010)

As limitações na sensação de rotação pelos nossos canais semicirculares pode resultar em uma ilusão comum durante um vôo por apoiado por instrumentos, ou pode levar o piloto ao cemitério. Outra ilusão onde envolvem os canais semicirculares é a "ilusão de Coriolis" e os resultados inesperados são tonturas ou vertigens quando a cabeça é movida durante um turno de aeronaves. Essas e outras ilusões oriundas do canal semicircular acontecem. Os órgãos otólitos fornecem ao cérebro informações sobre a posição da cabeça e da aceleração linear. Eles contêm pêlos sensoriais com pequenos cristais ligados às extremidades livres A ação da gravidade sobre esses cristais otólitos fornece informações relativas à posição da cabeça. Movendo um órgão otólitos, pela ação da gravidade, faz com que sejam movimentados os cristais e dobrem os pêlos sensoriais (Figura 44).

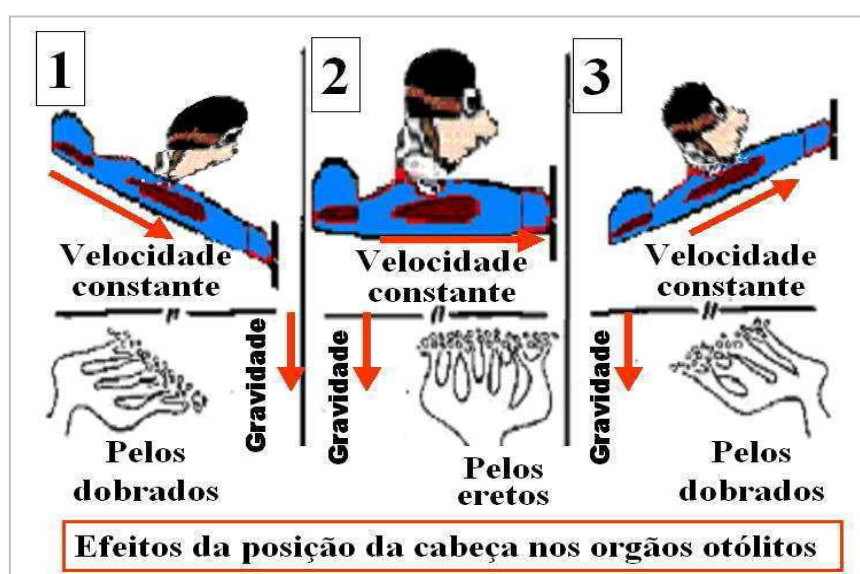


Figura 44-* A ação da gravidade movimenta os cristais e dobra os pêlos sensoriais.

Fonte : Montagem feita pelo autor (2010)

Esta curva nos pêlos sensoriais é geralmente interpretada pelo cérebro como uma mudança na orientação da cabeça. Quando ocorre aceleração linear no plano de um dos órgãos otólitos, devido à inércia, a defasagem faz os pêlos sensoriais se curvarem e informações sobre a aceleração viajam para o cérebro (Figura 45). Após um período de velocidade constante, os pelos sensoriais ficam estabilizados (eretos) e nenhuma aceleração é detectada. Quando o avião desacelera, a partir de uma velocidade constante, os cristais tendem a "se atirar para frente", devido à inércia. Isso faz com flexão dos pêlos sensoriais e a sensação de desaceleração.

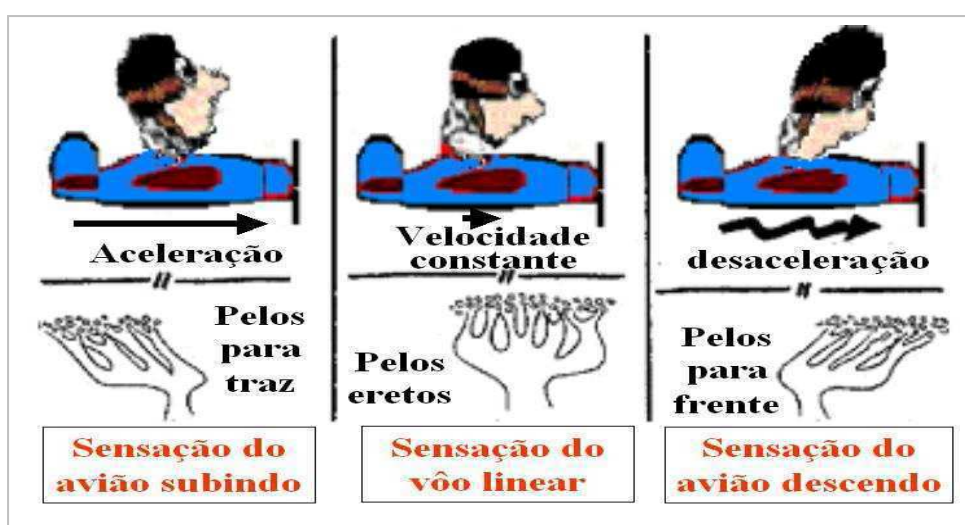


Figura 45 – A variação de movimento atua nos órgãos otólitos e dão uma impressão de atitude diferente
Fonte : Montagem feita pelo autor (2010)

Quando o avião acelera, o piloto parece estar subindo (figuras 37a/b e 45a/b) . Quando desacelera parece estar descendo. Isto pode fazer o piloto errar comandos de forma fatal principalmente em determinadas situações, como ao decolar em uma noite escura onde uma ilusão pode desenvolver-se devido aos órgãos otólitos que refletem o sensoriamto na posição da cabeça e devido à aceleração. Na ausência de informação visual que é imperiosa para a consciência situacional, a aceleração linear pode ser incorretamente interpretada como indicando uma mudança na posição da cabeça. A aceleração da aeronave após a rotação pode causar a ilusão de ascensão da aeronave. Essa falsa sensação pode levar o piloto a fazer inadequadas correções no manche de controle e voar diretamente para o chão. Distribuídos ao longo de cada músculo, tendão, articulação, a área da pele de nosso corpo são uma variedade de órgãos sensoriais e os nervos fornecem informações sobre a posição do corpo em relação ao solo. Durante o vôo, estes sensores de posição geralmente fornecem informações que apoiam o sentido primário de orientação visual e vestibular. Estes sentidos produzem a

sensação de peso extra durante uma curva acentuada. Outro exemplo é encontrado durante o voo invertido quando os receptores da pele sentem uma pressão extra e a região dos músculos dos glúteos¹¹² sentem uma redução na pressão. Estas funções sensoriais desempenham um importante papel secundário, mas de orientação durante o voo.

A audição e a atenção são importantes na pilotagem e a orientação para detectar a linha do horizonte (a linha da terra) é de valor ilimitado durante o voo. Os altos níveis de ruído em cabines de aeronaves torna a localização de sons especialmente difícil. Audição desempenham um papel na atitude de controle de velocidade, e no desempenho do motor. Um aumento na intensidade ou frequência do ruído de fundo pode estimular o fluxo de ar de um piloto a verificar um aumento da velocidade¹¹³. Uma mudança no giro do hélice ou no ruído pode igualmente levar a uma seleção de acionamento de instrumentos. Enquanto o som é capaz de gerar ilusões de movimento, não são de grande importância durante o voo. A maioria das nossas informações de orientação espacial durante o voo é fornecida pelos sentidos visual e vestibular. Audição, bem como músculos, pele, e do senso comum fornecem dados adicionais para complementar a informação visual e vestibular. Nossos sentidos evoluíram para lidar com a nosso habitual domínio terrestre. Durante o voo, as limitações inatas de nossos sentidos de orientação podem ser expostos e potencialmente perigosos gerando ilusões resultando em perda de orientação. A desorientação resultante pode ou não ser reconhecida e podem causar acidentes com aeronaves. Muitos pilotos caíram e morreram devido à desorientação no voo. Educação, compreensão e principalmente experiência em voo são os principais componentes que temos à nossa disposição para evitar acidentes potencialmente fatais devido à desorientação espacial durante o voo.

Orientação e desorientação espacial durante pousos em ilusões visuais

Praticamente todos os pilotos tem experimentado algum tipo de ilusão durante as fases de aproximação e aterragem de um avião. Poucos causar mais do que uma abordagem desorganizada ou um pouso forçado, infelizmente, menos ainda são reconhecidos por aquilo que são - ilusões. A aproximação e aterragem é a fase mais exigente de um voo, devido à precisão exigida e ao aumento de trabalho. A última coisa que um piloto precisa é de alguma forma de desorientar ilusão de interferir com esses segmentos de voo final. Há uma variedade

¹¹² *Vem daí a expressão muito conhecida no meio da aviação por "Voar pelo assento".*

¹¹³ *Este autor teve experiência de quebra do velocímetro em um voo. O som do fluxo de ar o auxiliou a pousar em segurança, pois este som indicava a possível velocidade do avião, que é um componente fundamental para trazer a aeronave para a pista de pouso. Experiência adquirida em vôos de ultra-leves*

de ilusões que podem criar problemas durante a aproximação e aterragem. Felizmente, normalmente é possível, através da compreensão e preparação, para evitar que essas ilusões de causar problemas. Inconscientemente, nós comparamos a abordagem de cada um experiência construída em nossa mente de todas as experiências anteriores relacionadas a vôos e pilotagens. Este "modelo" nos permite saber onde as coisas deveriam estar e como deveriam ser, e como eles ocorrem os fenômenos de deslocamentos, fenômenos físicos e meteorológicos em contextos similares a momentos de novas experiências durante a aproximação do avião a pistas de pouso e ao processo de aterragem. Trata-se de um modelo mental. O nosso sentido de visão é de primordial importância na aviação e são geralmente os sensores visuais que nos permitem reconhecer se a nossa abordagem está acima, abaixo ou no desvio planejado durante um vôo. Essas pistas visuais incluem a forma aparente e tamanho da pista, o espaçamento e tamanho das marcas de pista, o tamanho relativo de objetos próximos, como uma biruta¹¹⁴, carros e construções, e a forma como mover objetos em relação um ao outro e as aeronaves. É com esses sinais, e outros, que nós continuamente comparamos com o “modelo da nossa mente” para determinar se a abordagem está progredindo como esperado. As figuras 46a e b mostram a fase final de um pouso onde vemos o que os pilotos vêem. A pista de pouso à frente, a direção e atitude da aeronave, e a cada instante, se a velocidade está compatível com o próximo momento (ponto futuro instantâneo) do vôo



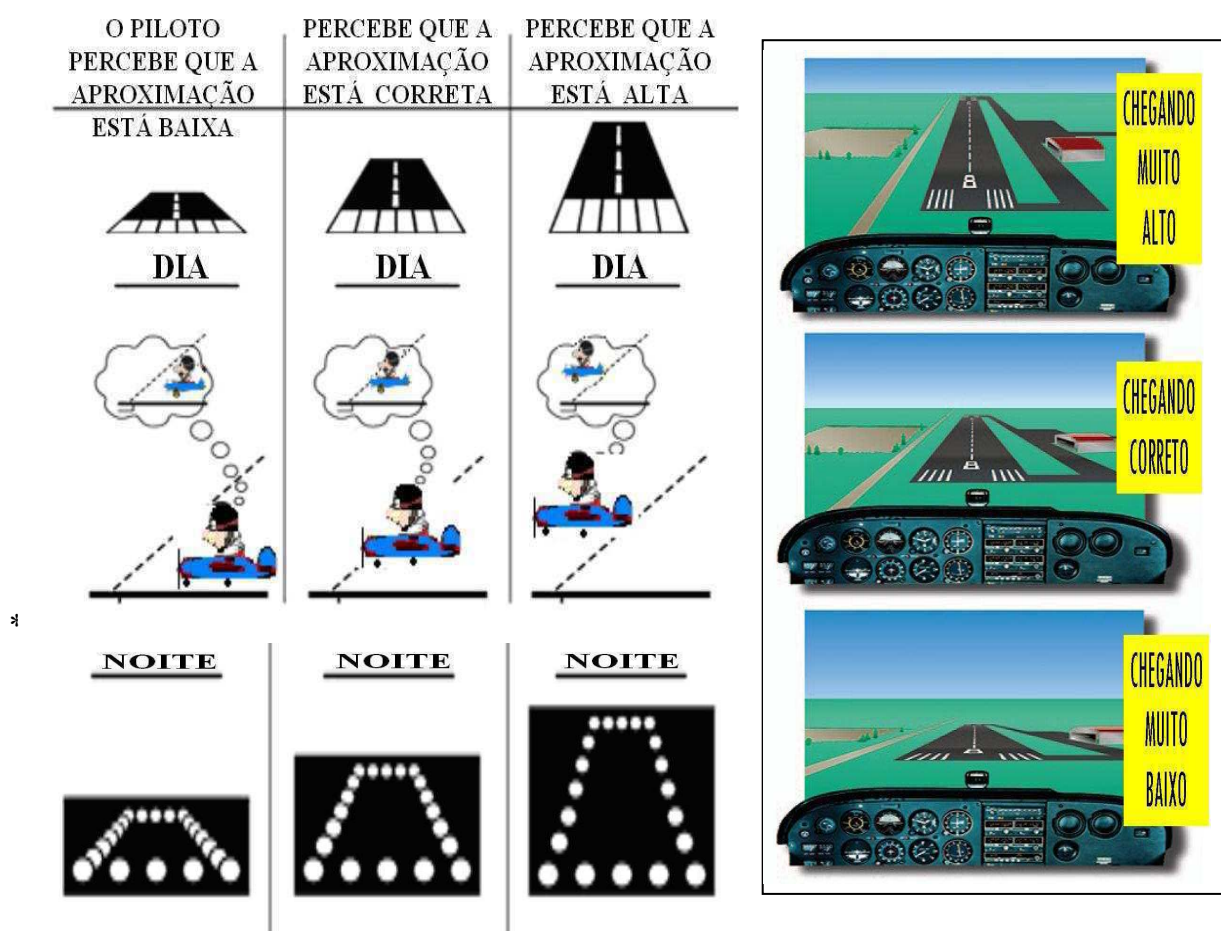
Figuras 46a e b– A fase final do pouso - todos os sinais adicionais informativos são utilizados para comparação pelo piloto com seu modelo mental, de dia e de noite (com visibilidade relativa)

Fonte :Acervo do autor (2004)

¹¹⁴ Biruta é um objeto muito simples que se movimenta de acordo com o vento que é fundamental para orientação de pilotos e naves usadas durante vôos visuais (diurnos) e durante as fases de pousos e decolagens.

Quando os elementos visuais não coincidem com as expectativas (modelo mental) faz-se ajustes no sentido de preservação da integridade da vida e da aeronave e sua carga.

Isso pode incluir a alteração de correção das configurações de potência, da atitude da aeronave ou da posição relativa, das partes móveis¹¹⁵ na abordagem corretiva de uma extrema falha. Durante uma abordagem à noite, a forma de pista aparecerá a diante encurtada e as luzes da pista vão aparecer mais perto do que o esperado.



Figuras 46a e 46b - Em uma aproximação muito alta ou muito baixa, de dia e de noite a forma de pista aparecerá adiante encurtada ou alongada e as luzes da pista vão aparecer mais perto ou mais longe do que o esperado.

Fonte : Montagem feita pelo autor (2010)

Se a aproximação for mais alta do que o correto e previsto, a pista será exibida esticada na frente do avião e o terreno ao lado e abaixo pode parecer se mover mais lento do que o esperado. À noite, uma abordagem resultará em alta as luzes da pista se mostrando mais além do que é habitual, bem como a pista se apresentará esticada. O efeito de perspectiva visual

¹¹⁵ Flaps , leme de direção, ailerons e hiper-sustentadores

durante a aproximação para pouso pode ser observada nas figuras 46a e b, respectivamente, para abordagens voando abaixo e acima da “rampa”¹¹⁶ correta onde observa-se a diferença de perspectiva da pista. Não é difícil compreender como as diferenças na largura da pista e a sua inclinação podem interferir com uma aproximação¹¹⁷. A pista mais “fina” do que o esperado, dá a impressão de altura extra. Isso causa a ilusão de que é maior que a razão de descida pretendida. A inadequada "correção" nesta situação pode resultar em uma aproximação mais baixa que a segurança permite e, possivelmente, acontecer um pouso forçado, na melhor das situações, em um matagal antes da pista de pouso ou mesmo, o que é mais comum, a aeronave se espatifar em moradias antes da pista de pouso. A Inclinação da pista também pode ter um efeito semelhante quando uma pista descendente aparece encurtada dando a ilusão de que sua aproximação é baixa e uma pista de caráter ascendente parece esticada e sua abordagem parece ser muito alta. A ausência de referências visuais durante a noite na aproximação produz ilusões. A visão de cores é prejudicada à noite porque os sensores de cor dentro do olho requerem altos níveis de luz para serem ativados. À noite, a nossa percepção de profundidade também é restringida. Isso ocorre porque as sugestões, como o movimento relativo da terra abaixo, o tamanho dos prédios perto da pista, ou a largura das estradas próximas podem não ser visíveis. À noite, a perspectiva de aproximação para pouso depende, quase exclusivamente, da forma das luzes da pista e causam também ilusões e mudanças na largura da pista se o pouso não for totalmente apoiado por instrumentos¹¹⁸.

Orientação e desorientação espacial e ilusões que são constantes nos acidentes

Existe um efeito do declive do terreno na aproximação para pouso. A inclinação e a composição do terreno em torno de uma pista é também uma fonte potencial de ilusões

¹¹⁶ A rampa se refere à razão de descida até a pista de pouso.

¹¹⁷ Se o avião está mais alto que o devido e a rampa está mantida (a razão de descida), a pista pode parecer maior do que o habitual e irá causar um pouso desastroso fazendo a aeronave demorar mais a chegar e tocar a pista, consumindo um tempo e área de pouso, diminuindo o espaço útil de frenagem.

¹¹⁸ Um vôo da Western Royal Flying Doctor Service realizado para pegar um paciente em Kalumburu em uma noite clara e sem influência de ventos fortes. Aconteceram quatro aproximações falhadas antes do desembarque. Estas tentativas de pouso não tinha "sentido certo" para o capitão. Após o desembarque, foi descoberto que as luzes da pista, as lâmpadas a querosene, foram colocadas mais espalhadas do que o habitual. Isto efetivamente produziu uma pista mais larga do que o esperado. A experiência do piloto provavelmente permitiu-lhe reconhecer que havia algo errado e voltou a subir. A manobra é conhecida como go-around ou mesmo toque arremetido quando a aeronave chega a tocar a pista e volta a subir e provavelmente estava a uma altura e aproximação maior do que o que deveria. Subconscientemente, ele pode ter reconhecido uma perspectiva diferente entre a iluminação de pista mais larga e as luzes de balizamento e também nas edificações na proximidade.

durante a aproximação e aterragem. É difícil manter uma razão de descida visual ao voar sobre uma pista em declive. A figura 47 mostra um pouso com a descida correta mas a inclinação da pista ilude o piloto. O painel do meio da figura mostra uma visão simplificada de uma descida normal sobre uma pista horizontal. O painel esquerdo mostra uma abordagem mais descendente do terreno causando uma percepção ilusória de se aproximar com vôo baixo. O painel da direita mostra o efeito oposto como uma abordagem em pista ascendente. Se a pista está construída em encosta pode-se sofrer a ilusão da razão de descida, ainda que correta, possa parecer errada porque o solo está mais longe do que o esperado. Por outro lado uma aproximação correta da pista descendente vai dar a ilusão da descida ser mais baixa que o correto (Figura 47 - painel direito).

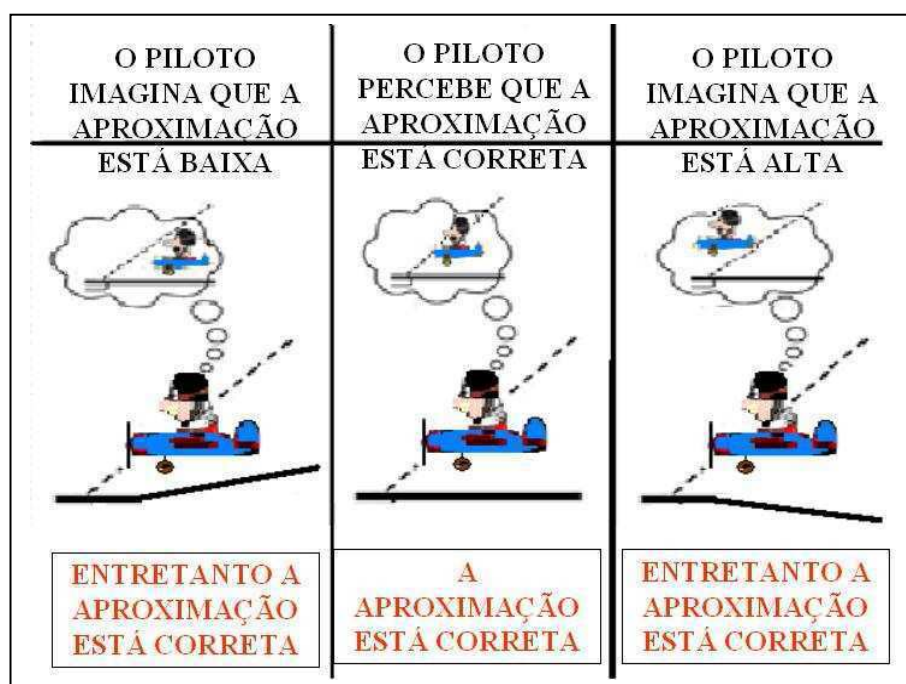


Figura 47- Pistas inclinadas podem iludir o piloto.
Fonte : Montagem feita pelo autor (2010)

Isso ocorre porque o solo não é tão longe quanto o esperado. Um exemplo clássico dessa ilusão pode ser experimentado por pilotos que voam para o International Denham aeroporto no norte da Austrália Ocidental. A faixa em si é cercada por dunas. As dunas inclinadas causam uma ilusão de que a aproximação é mais baixa do que pretendia.

Grandes dunas causam aproximação e decolagens levemente inclinadas. A composição do terreno também é importante para pouso. Se você o piloto estiver familiarizado com as árvores de 30-40 metros de altura na rota de aproximação e encontra imediatamente árvores

menores na rota de pouso, o piloto terá impressão que sua rampa de aproximação está demasiado elevada. (vide figura 48)

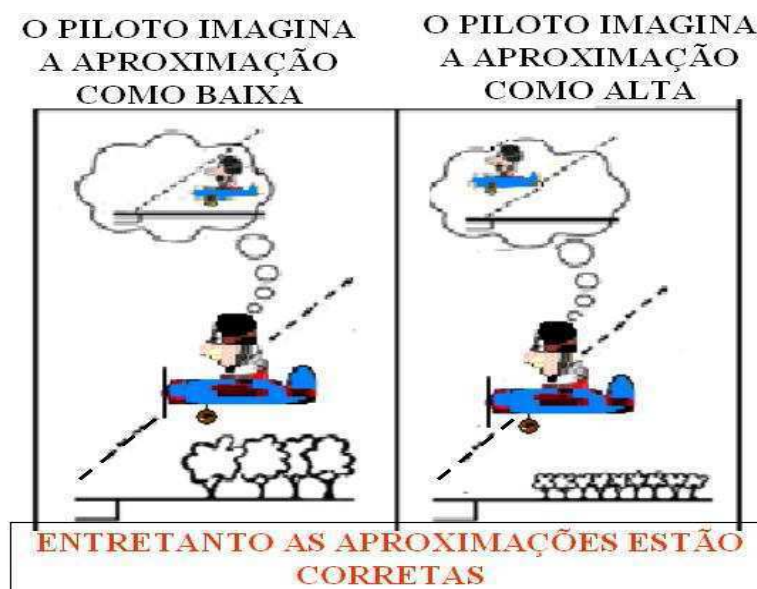


Figura 48- Árvores de tamanhos diferentes podem iludir o piloto.
Fonte : Montagem feita pelo autor (2010)

Um exemplo frequentemente citado nas literaturas de aviação sobre esta ilusão é encontrado por tripulações da Força Aérea dos Estados Unidos voando para as Ilhas Aleutas, onde as árvores verdes são muito menores do que no continente Americano. De maneira semelhante, voar sobre a água ou ainda em um lago espelhado, que geralmente provoca uma ilusão de estar mais elevada. Isso ocorre devido à falta de referenciais adequados visuais durante a fase do vôo neste momento. A ausência de um horizonte claro, as luzes espalhadas no solo podem parecer como estrelas. Isso pode dar ao piloto, em um vôo noturno, a impressão ilusória de uma atitude superior do nariz¹¹⁹ da aeronave. Da mesma forma, o horizonte pode parecer menor do que o habitual, se houver terreno sem iluminação (ou água) e um céu nublado ou sem luzes em segundo.¹²⁰

O “buraco negro” é uma ilusão na aproximação para pouso e também pode criar uma grande dificuldade para o piloto. Acontece à noite na ausência de um horizonte visível, sobre um terreno apagado e paradoxalmente em uma pista iluminada. A periferia da pista, sem

¹¹⁹ Nariz- a frente do avião.

¹²⁰ Um exemplo dos problemas causados pelas luzes da cidade aconteceu com um Boeing 737 americano em 1989. Este avião confundiu com as luzes de uma área industrial para as luzes de aproximação em Kansas City International Airport. Felizmente, a cerca de 75 pés de altura e a duas milhas da pista detectou o erro e voltou a subir (go-around).

pistas visuais, como luzes solo ou horizonte faz o piloto tender a sentir que o seu avião está estável e corretamente posicionado e parece que a pista se move ou está mal posicionada (vide figuras 49a e 49b). Essa ilusão faz com que o “buraco negro” seja perigoso e difícil de lidar e pode resultar em um patamar muito aquém da pista e resultando em um acidente.

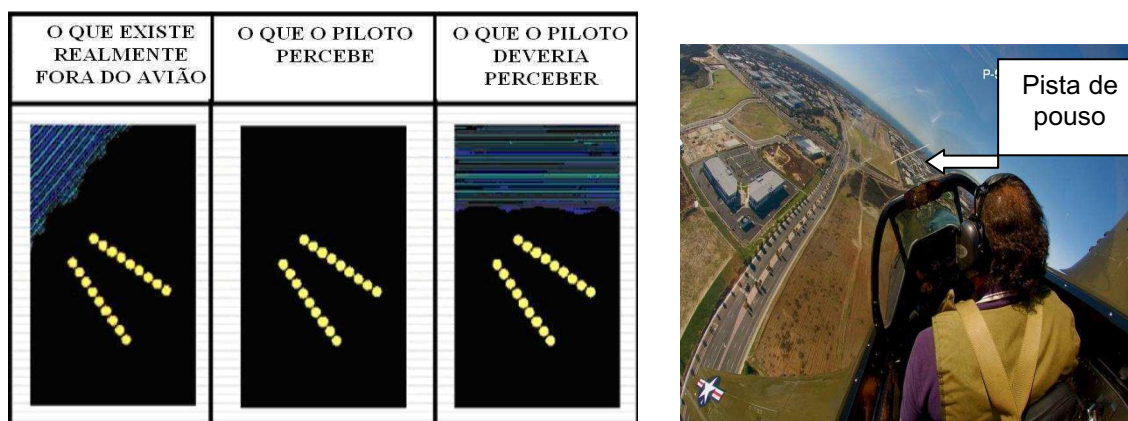


Figura 49a- O “buraco negro” produzido pela visão da pista sem iluminação periférica, em noite escura. A Figura 49b representa a pista de pouso da figura 49a à direita, porém durante o dia.
Fonte : Montagem feita pelo autor (2010).

Um horizonte falso e um terreno apagado imperceptivelmente se fundem. A falta de iluminação e o céu podem causar uma ilusão perigosa de falso horizonte. A intensidade das luzes da pista de pouso ou as luzes de aproximação também podem contribuir para os efeitos ilusórios durante um vôo noturno. Luzes muito brilhantes, ou luzes vistas através do ar extremamente claro, parecem mais próximas do que elas realmente são. Isso pode causar um procedimento de aproximação mais baixo do que o devido e um prematuro toque na terra. Durante a pouca visibilidade há uma tentação de acionar as luzes de aproximação da aeronave gerando ilusões de proximidade. Muitos acidentes têm sido causados pelo uso de luzes de aproximação (vide figura 50). Chuva e nevoeiro tendem a restringir a visibilidade e as luzes da pista de pouso ficam escurecidas e igualmente as marcações de orientação na pista e pode causar a ilusão de estar mais alto que o previsto.



Figura 50- Um avião com as luzes de aproximação acesas
Fonte : Acervo do autor (2003)

Voando dentro de um nevoeiro espesso é criada uma sensação ilusória de subida. Nevoeiro pode ser bastante desorientador para visualizar as marcações de pista, que são vistas de cima e desaparecem (apresentadas na figura 51) quando o piloto está perto do pouso. Isso ocorre porque o piloto está olhando para a superfície da pista através de uma espessura muito maior do nevoeiro (Figura 51).

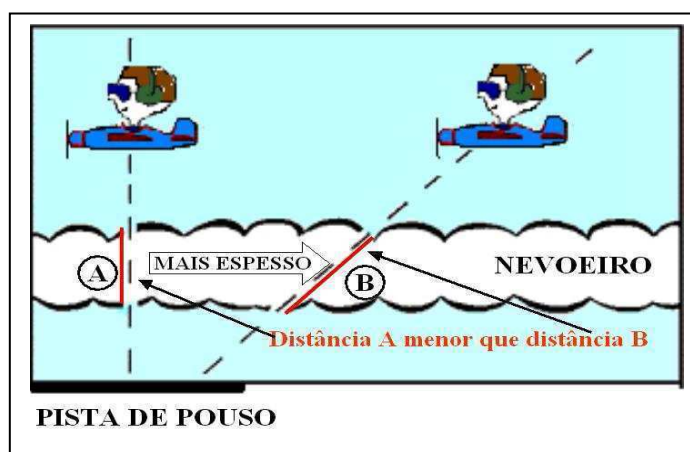


Figura 51- O piloto olhando a superfície da pista através de uma grande espessura de nevoeiro.
Fonte : Montagem feita pelo autor (2010)

É este tipo de ilusão que provavelmente causou a perda de Beech King Air VH-LFH, seu piloto, e quatro de seus cinco passageiros em Wondai, Minas Gerais, em 26 de Julho de 1990. Ninguém está imune a ilusões visuais durante a aproximação e aterragem. Quase todos os pilotos terão experimentado algumas destas ilusões em algum momento ou outro durante a sua carreira de voo. A maioria dos pilotos, provavelmente, compreendeu a ilusão sensorial que os levou a fazer um procedimento incorreto de controle de pouso ou decolagem. Aqueles

que fazem o esforço para aprender sobre essas ilusões estará melhor preparado para seu próximo vôo. Aqueles que estão mais bem preparados terão uma melhor compreensão de suas limitações sensoriais e estarão menos propensos a ser vítimas deste tipo de ilusão.

3.5.5 *Os efeitos da altitude no indivíduo*

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 (10.000ft). 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 5.000m 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).

A guerra criou potenciais problemas para tripulações que tinham instruções para voar a grandes altitudes. Um trabalho de investigação feita pela *Royal Air Force*¹²¹ demonstrou a necessidade de uma garrafa de oxigênio, para a eventualidade de um membro da tripulação pulasse de paraquedas. A necessidade de sistemas portáteis de oxigênio, permitindo a mobilidade da tripulação dentro de aviões bombardeiros ou aeronaves de grande porte foi bem aceita e também a ação precursora do nosso atual sistema de respiração pressurizada¹²². Este equipamento foi ainda avaliado como deficiente e uma melhoria investigativa prioritária em 1943 trouxe resultados muito tarde para beneficiar os tripulantes operacionais, que aconteceu em 1945. A garrafa *ZZI Loadie* é uma expressão coloquial de referência para o sistema de oxigênio portátil recarregável de alta pressão que permite a mobilidade em toda a aeronave.

Hoje a *RAF* emprega sistemas idênticos ou semelhantes de fornecimento de oxigênio líquido. Os problemas de hipóxia em número de passageiros também foi abordada após algumas desastrosas experiências em vôos de grande altitude em travessias transatlânticas. No início dos anos 40 a *RAF* também pesquisou seriamente sistemas de uso e formas alternativas

¹²¹ Documento 511 de jan. de 1943.

¹²² Foi desenvolvido e designado como *Portable Oxygen Set Mark 1A*

de armazenamento e transporte de oxigênio. Nesta época, cilindros pressurizados de oxigênio gasoso foram geralmente usados. O oxigênio líquido (LOX) foi abandonado logo após a primeira guerra, devido à ineficiência do equipamento da época ¹²³.

O simples peso necessário para carregar um avião de passageiros não pressurizado com cilindros de oxigênio suficiente para uma longa viagem e os sistemas mais leves pareciam obrigatórios. Um método para resolver este problema de peso foi usado por pesquisadores da *Royal Society Mond Laboratory* em Cambridge entre 1939 e 1941 que desenvolveu uma série de máquinas que podem produzir um concentrado de oxigênio no ar circundante. Essas máquinas (separadores) operavam por compressão de ar, permitindo-o arrefecer e liquefazer e, em seguida destilava o oxigênio gasoso por aquecimento seletivo (ENGLE et al., 1979). Esta unidade plena separador (popularmente conhecido como “máquina de gelados” foi utilizada para algumas aeronaves operados de forma eficaz a 25 - 27.000 pés. Este equipamento, devido a considerações de peso, sofreram melhorias nas cabines pressurizadas e até que os norte americanos investigaram um dispositivo similar chamado *On Board Oxygen Generator Systems* (OBOGS) na década de 1970. Outro problema, o desperdício considerável de oxigênio pelos sistemas disponíveis no início da segunda guerra foi abordada através do desenvolvimento de avançados economizadores de oxigênio ao longo das linhas desenvolvidas por Haldane e Gorman Siebe Co. em torno de 1917. Estes economizadores ¹²⁴ foram testados exaustivamente ao longo de 1940, e considerados eficazes acima de 30.000 pés reduzindo de modo substancial a quantidade de oxigênio (cilindros), necessária para voos de longo curso. O *Mark 1 Oxygen Economiser* foi testado em serviço, para tripulações de combate nos bombardeiros em 1940 ¹²⁵ com o avião Mark 2 e em seguida em mar. de 1941. Um economizador provou ser muito eficaz e confiável, posteriormente. Enquanto os britânicos o usaram em todas as aeronaves da sua produção este economizadores (abril 1942), os alemães e os norte-americanos estavam desenvolvendo métodos ligeiramente diferentes de economizar o oxigênio transportado pelas aeronaves. Avanços consideráveis foram feitos na concepção de reguladores de demanda que só é permitiam que o fluxo de oxigênio passasse para o tripulante, em resposta ao seu esforço inspiratório. Os reguladores iniciais apresentavam uma considerável resistência à respiração, gerando cansaço nas tripulações, mas o desenvolvimento posterior melhorou a resistência do sistema e, em particular, a válvula de demanda tornava os sistemas de demanda de oxigênio mais leve e oferecia menos resistência

¹²³ Os alemães permaneceram aparentemente usando o LOX.

¹²⁴ (RAF Oxigênio Economiser Mk. 1)

¹²⁵ Relatório da RAF B.99635/40/RD Inst 2/A de 20 Set. de 1940.

à respiração nos aviões militares. No final da segunda guerra, a aceleração atelectasia começou a se tornar um problema para os aviadores militares.

Embora o problema não é inteiramente adequado para um ensaio sobre hipóxia este foi certamente potencializado por métodos empregados para evitar este problema (a hipóxia). Sintomas de tosse e dores no peito nos pilotos, devido ao fechamento de pequenas vias aéreas na base dos pulmões devido à aceleração maior (G-forças) e foram agravadas quando se usava 100% de oxigênio (As tripulações da RAF haviam sido instruídos a fazer). A explicação por trás disso foi fornecida por J. Ernsting e D. Glaister que postula que o oxigênio a 100% é absorvido do lóbulo pulmonar distal ao G-LOC induzido (vide pagina 83) obstruindo os atelectáticos agravando a situação de colapso¹²⁶. Durante o esforço de guerra extensa pesquisa foi dirigida para aperfeiçoar as máscaras de oxigênio que estava sendo usadas por aviadores. A figura 52 apresenta uma moderna máscara sendo componente de um uniforme militar pressurizado.



Figura 52- Uma moderna máscara, componente de um uniforme pressurizado.
Fonte: acervo do autor (2006)

A hipoxia

Discutir o desenvolvimentoda compreensão médica sobre os efeitos da hipóxia no vôo desde seus primórdios até o presente estimulam a pergunta: que acontecimentos e que problemas têm estimulado estes estudos ? Que soluções foram desenvolvidas, e por quem? É a prevenção de hipóxia uma questão crítica para a investigação hoje em dia? Por quê?

¹²⁶ Tese de doutorado. D. H. Glaister. -Universidade de Londres. 196,pg. 16

A Hipóxia é um estado de disfunção devido à passagem de oxigénio insuficiente para os tecidos do nosso corpo. A humanidade desde muito antes de nós tentarmos a nossa primeira tentativa de ascender para o céu a após o homem estar viajando em altitudes, tem ocorrido vários sintomas de hipóxia¹²⁷. Para oferecer proteção contra a hipóxia, enquanto veste uma camisa de mangas, as cabines da aeronave são pressurizadas. No entanto, por razões estruturais, a altitude de cabina não é mantida no nível do mar, mas sobe até um máximo de 8000 metros. Nesta altitude, a pressão cai à de pressão de um valor de 570 mmHg na atmosfera padrão. Como a aeronave sobe para altitude de cruzeiro, a cabine a altitude aumenta a uma taxa máxima de 500 pés por minuto. A altitude da cabine permanece constante durante a duração do voo e, em seguida, desce a um máximo de 300 metros por minuto a nível do solo no final do voo. Supõe-se que Aristóteles teve falta de ar observando pessoas no Monte Olimpo com manifestação de hipóxia (Engle, 1979)¹²⁸. Até trinta anos após o primeiro vôo de balão tripulado (21 de Novembro de 1783, Pilatre de Rozier e Marquês de Arlandes no *Bois de Boulogne*, em Paris) que descobriu os efeitos da hipóxia, descompressão, e hipotermia. Logo após este primeiro vôo de balão tripulado um cirurgião Inglês, Dr. John Sheldon, fez uma subida de balão (1784) para avaliar os efeitos do vôo sobre o corpo humano.

¹²⁷. Embora a pesquisa bibliográfica não apresente a primeira evidência clara de hipoxia, esta pode ser encontrada em uma série de artigos, publicados em uma revista bem conhecida no Oriente Médio. Um artigo detalha que a viagem de um homem que subiu ao topo de uma montanha onde ele viu um arbusto que ardia em fogo, enquanto não sendo consumido pelo fogo, nas chamas onde ele viu uma imagem que ele acreditava ser (no singular, costumes tribais da época passada), um anjo do Senhor (Deus). Em um artigo posterior este mesmo homem que alega ter passado quarenta dias e quarenta noites no monte (Mt. Sinai) o tempo todo não ter comido ou bebido. Será claro para um, um com o mesmo entendimento o mais básico de fisiologia do oxigênio que Moisés estava realmente sofrendo de um estado alterado de consciência, provavelmente um estupor semi-coma, induzido por hipóxia. Embora alguns dos artigos neste documento requeiram uma visão metafórica para suscitar credibilidade científica (Por exemplo, quando em um outro artigo que descreve uma pessoa que está sendo transformada em uma estátua de sal quando olham para trás enquanto fugiam de uma cidade. Moisés, foi o primeiro caso documentado de hipoxia. Podemos supor, pela bíblia, que Noé estava entre as primeiras a serem expostas à hipóxia em altitude, 29.141 pés, se o monte Everest era conhecido no momento ou 16.900 pés ou se apenas o local, montanhas são consideradas quando se analisa Gênesis 7. A parte de Gênesis em questão afirma: “E as águas prevaleceram excessivamente sobre a terra, e todos os altos montes que havia debaixo do céu foram cobertos.. E os montes foram cobertos”. O que não foi considerada nesta proposta é que se o mundo inteiro estava coberto por água, em seguida, Noé teria realmente experimentando uma pressão atmosférica a nível do mar, apesar de algumas dezenas de milhares de metros acima do solo. Isso tudo ocorreu, por sinal, no ano de aniversário de Noé seiscentos. (Gênesis 7:19 e 20. Exodus 3:2, 3:3, and 4:10. Deuteronomy 9:9. Genesis 19:26. A Bíblia Sagrada, Versão. 1984.

¹²⁸ *Man in Flight - Biomedical realizações na indústria aeroespacial.* (ENGLE et al., 1979). p32. O padre espanhol José de Acosta descreve bem os sintomas de hipóxia em seu escrito em 1590 as suas observações no país de alta montanha (Peru) durante o século 16. Acosta deduziu corretamente que a saúde vem das qualidades do ar que respiramos. Isto que levou o Dr. Hubertus Strughold, quase quatro séculos depois, para se referir a ele como o pioneiro no campo da doença de altura e, por assim dizer, da fronteira vertical (STRUGHOLD, 1977). Passou quase duzentos anos após a observação de Acosta que o homem começou a sua ascensão dentro da atmosfera terrestre, em balões, e começou a descobrir os perigos e as limitações de altitude. Nossos primeiros balonistas: uma ovelha, um pato, um galo, o barômetro colocado no alto de um balão Montgolfière da corte de Louis XVI em 19 de setembro de 1783, atingiu uma altitude de 1.700 pés (Engle, 1979), com poucos efeitos físicos, com exceção da lesão de cocks.

Ele ficou apavorado, vomitou e desmaiou na cesta do balão, e foi o testemunho para as considerações mentais e emocionais do vôo. Vale mencionar a descoberta do oxigênio de forma independente em 1774 por Joseph Priestly (Inglaterra) e Carl Wilhelm Scheele (Suécia)¹²⁹. O muito citado¹³⁰ vôo de balão de italianos Andreoli, Brassette e Zambecari em 7 de outubro de 1804 onde todos os três semi-congelamentos sofridos, vômitos e perda de consciência, a uma altitude de 15.000 pés pode muito bem ser considerado o início de nossas experiências com hipóxia de altitude da aviação. Curiosamente, este voo, onde todos a bordo sofreram hipóxia, ocorreu somente quatro anos após a descoberta do elemento de oxigênio por Scheele.

O desenvolvimento da medicina na compreensão dos efeitos da hipóxia

Durante a fase inicial do balonismo no século dezanove, este era um passatempo bastante comum, com uma aparente pouca atenção geral dada aos aspectos médicos e fisiológicos conseqüentes de tais voos. Após o primeiro vôo de balão tripulado, as subidas que foram feitas para descrever as alterações fisiológicas experimentadas pelo homem na altitude, Glaisher Coxwell e fizeram vários voos de balão de alta altitude durante a década de 1860 para realizar observações cuidadosas das mudanças de pulsação, na respiração, e na execução e coordenação motora. Durante um vôo, em 1862, Glaisher quase chegou a 30.000 pés¹³¹ quando perdeu a consciência, provavelmente, devido à hipóxia e ficou parcialmente paralisado provavelmente devido aos efeitos de descompressão da altitude¹³². Felizmente, eles mantiveram a sua inteligência e capacidade física suficiente para cumprir alguns vôos em seus balões de hidrogênio sem se prejudicarem fisicamente a longo prazo. A figura 53 mostra uma ilustração dos vôos de Coxwell e Glaisher.

¹²⁹ *A gás O₂ desde então tem sido considerado essencial para a função, e sobrevivência, de todos os organismos superiores. Oxigênio se liquefaz a -182,5 ° C. e solidifica a -223 ° C. na pressão do nível do mar. Como balões se tornaram capazes de levantar mais e maiores alturas dos seus passageiros humanos começaram a experimentar uma variedade de sintomas relacionados com a altitude. Em 1793, o balonista francês Jean Pierre François Blanchard comentou com o médico americano, Benjamin Rush, que em 9.000 metros (altitude não confirmada) que o sangue entrou em sua boca e sentiu muita sede e sonolência (CARLSON, 1974).*

¹³⁰ *Fundamentals de Medicina Aeroespacia, sSegundo DeHart R. L., . Lea e Febiger, Philadelphia: 1985: P12. Man in Flight - Biomedical realizações na indústria aeroespacial. E. Engle e A. Lott. Leeward Publications, E.U.A.: 1979. p11. Módulo 2. XOHP 121 Coursebook. Programa de ensino à distância para o diploma Práticas em Saúde Ocupacional. Otago Extensão Universitária. Dunedin. Nova Zelândia. P3.*

¹³¹ *Um pé, como medida de distância vale 1,630 metros*

¹³² *Notas sobre os efeitos experimentados durante as subidas de balão por J. Glaisher. Lancet, 2:559-560. Londres. 1862. Fundamentos de Medicina Aeroespacial. DeHart R. L. (Ed.). Lea e Febiger Philadelphia: 1985. p13. Módulo 2. XOHP 121 Coursebook. Programa de ensino à distância para o diploma Práticas em Saúde Ocupacional. Otago Extensão Universitária. Dunedin. Nova Zelândia. P4. AERIENS Voyages. J. Glaisher al. al. Paris., 1870*

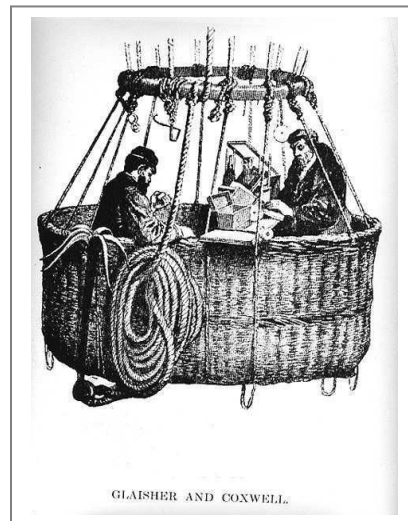


Figura 53- Coxwell e Glaisher subiram para um recorde de 24.000 pés, no seu primeiro vôo.
Fonte: National Air and Space Museum, Smithsonian Institution (2001)

As exigências fisiológicas dos seres humanos nas grandes altitudes são

- 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, esta é a região de "hipóxia crítica". Os sintomas são de 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 (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.

Durante a segunda metade do século 19, Dr. Paul Bert¹³³ (1833-1886) foi o professor de Fisiologia em Paris. Observando as experiências de balonismo como Glaisher e Coxwell, bem o histórico de atuação de montanhistas diversos, ajustou-se sobre metodicamente avaliar os efeitos da altitude na fisiologia humana. Sua pesquisa começou com as observações do desaparecimento de animais de pequeno porte em frascos com o esgotamento de sua atmosfera. A partir destas experiências iniciais, concluiu que a morte ocorreu quando a pressão parcial de oxigênio caiu abaixo de 35 mm. Hg., independentemente da proporção de oxigênio na atmosfera. Pode parecer perverso hoje, mas este reconhecimento de que a pressão parcial de oxigênio era fundamental para a sobrevivência foi um marco importante na investigação de hipóxia, sem citar mesmo, para a Aviação Medicina como um todo.

¹³³ Apesar de ser considerado pela maioria como sendo um dos pais da Aviação Médica, Bert era mais conhecido em sua época como um político. Foi cerca de cinquenta anos depois de sua investigação que sua obra se tornou famosa. Seu obituário no de 20 de novembro de 1886 nem sequer menciona o seu, agora famoso, o trabalho.

¹³³ Uma mistura Oxigênio-Nitrogênio transportados em sacos feitos de baudruches, que é um material fino feito a partir do couro seco de bois e usada extensivamente na fabricação de balão no início precoce da aviação em Farnborough: vol ume 1. Balões, pipas, e dirigíveis. P.B. Walker. MacDonald. Londres. .

Bert posteriormente construiu a primeira câmara de descompressão, que, embora primitiva pelos padrões de hoje, era capaz de uma altitude equivalente de 36.000 pés acima do nível do mar. Nesta câmara continuou a experimentação com animais, bem como a si mesmo. Em fevereiro de 1874, ele passou mais de uma hora, a 16.000 pés observando os efeitos da hipóxia e o seu alívio por respirar um ar rico em oxigênio que tinha previamente preparado. Várias semanas depois, ele foi acompanhado por cientistas Croce-Spinelli e Sivel similarmente observando os efeitos desagradáveis de descompressão e a influência favorável do ar superoxigenado a 20.000 pés (BERT, 1877, apud 1943). Bert demonstrou os efeitos protetores de oxigênio na altitude em seus vôos de balão subseqüentes, na tentativa de quebrar o recorde de altitude, previamente estabelecido por Glaisher e Coxwell. Em seu vôo de 22 de mar. de 1874 que atingiu uma altitude de 24.300 pés de ar enriquecido com oxigênio¹³⁴ de forma intermitente. Durante uma tentativa subseqüente em 26.200 pés tomaram uma terceira pessoa, Gaston Tissandier¹³⁵ a bordo, sem aumentar os reservatórios, já insuficientes, de oxigênio.

Antes deste vôo, tinham se correspondido com Bert que tinha recomendado que deveriam tomar muito mais oxigênio do que haviam planejado. Eles conseguiram seu objetivo, subindo para 28.200 pés, mas todos os três perderam a consciência por hipóxia. Tissandier foi o único a acordar e todos estavam demasiado fracos para alcançarem os tubos de oxigênio a apenas alguns metros de distância deles. Eles abraçaram a morte sem luta, sem sofrimento, nas regiões geladas, onde reina o silêncio. Estes cientistas tiveram este privilégio estranho, esta honra fatal, por serem os primeiros a morrerem nos céus. Era parte do elogio de Paul Bert no funeral dos dois primeiros exploradores de altitude. Estes dois homens tinham morrido de hipóxia apesar do conhecimento e equipamentos, ainda que rudimentar, sendo colocados à sua disposição para a prevenção de hipóxia.

Cerca de vinte anos após esse vôo fatal (4 de Dezembro de 1894) o meteorologista Arthur Berson elevou um balão com sucesso para 30.000 pés usando oxigênio comprimido em

¹³⁴ *Uma mistura Oxigênio-Nitrogênio transportados em sacos feitos de baudruches, que é um material fino feito a partir do couro seco de bois e usada extensivamente na fabricação de balão no início precoce da aviação em Farnborough: v. 1. Balões, pipas, e dirigíveis. P.B. Walker. MacDonald. Londres. 1971. PL3.*

¹³⁵ *É interessante notar que Paulo Tissandier assegurou o primeiro recorde mundial absoluto de velocidade pelo homem na atmosfera - Federação Aeronautique Internationale) de 54,77 quilômetros por hora, fixado em 20 de maio de 1909 em uma máquina Wright Flyer. Este valor poderá ser comparado, por exemplo com o registro de 1965, de 3.331.51 km / h estabelecidos pelo coronel Robert Stephens em um Lockheed YF-12A, mostrando de forma clara que houve muito progresso durante o meio século na Aviação. (Uma história ilustrada. C. Chant. Orbis Publishing. Londres. 1978. P306. e "Le voyage um grande hauteur du ballon e "Le Zenith e G. Tissandier. Natureza. Paris. 3:337-344. 1875). Eles construíram três sacos, cada um contendo 150 litros a 72% de oxigênio. (Principles and Practice of Aviation Medicine. H.G. Armstrong. Williams e Wilkin. Baltimore. Primeira Edição 1939, terceira edição).*

recipientes de aço para evitar a hipóxia. Até o ano de 1900, três anos anteriores a esses momentos agitado no Kill Devil Hill perto de Kitty Hawk, Carolina do Norte onde o vôos motorizados feitos em vacilantes estréias ¹³⁶, a compreensão de hipóxia foi muito menos rudimentar do que se poderia esperar. Oxigênio foi descoberto e era sabido que a redução da pressão parcial deste gás abaixo de certos níveis seriam incompatíveis com a vida. A relação entre a saturação de oxi-hemoglobina e pressão parcial de oxigênio tinha sido explorada por Paul Bert. A pressão parcial de oxigênio no ar era conhecida por ser reduzida na altitude. O desempenho deficitário de balonismo em altitude era conhecido, em parte, a dever-se a pressão parcial de oxigênio reduzida e métodos estavam disponíveis para fornecer oxigênio suplementar para aventureiros que ousavam voar alto.

Ela tinha sido demonstrado que a altitude suficiente e insuficiente de oxigênio teria resultado na morte do homem. A tecnologia estava disponível para produzir misturas de gases ricos em oxigênio e armazenar esses gases em recipientes sob pressão. Teria sido possível, utilizando a tecnologia disponível em 1900, voar a cerca de 30.000 pés e manter uma saturação de oxi-hemoglobina equivalente para os valores de medida que normalmente se encontram ao nível do mar.

Segundo Engle (1979) foi através de vôos continuados de balões que um maior entendimento de hipóxia foi obtido. As obras de Hermann von Schrotter, um fisiologista de Viena, em conjunto com Arthur Berson e Suring Reinard, ambos professores da meteorologia, ampliou o conhecimento de hipóxia na altitude e expostas algumas limitações das medidas preventivas disponíveis na virada do século. Em 31 de julho de 1901 Suring e Berson decolou, tentando o recorde de altitude, no balão Preussen. Eles levavam oxigênio comprimido e respiravam através de um tubo apesar da recomendação von Schrotter de que uma máscara facial ¹³⁷ deveria ser utilizada para que eles recebessem oxigênio, mesmo que desmaiassem. Subiram a 34.500 pés antes que Berson iniciasse de descida, que foi uma decisão acertada e oportuna. Suring desmaiou e ele, Berson, logo em seguida. Ambos

¹³⁶ *No final do século 18 onde o vapor impulsionava aeronaves (Felix Dutemple na França, de 1874, em Mozhaiski, Rússia, 1884 e Clement Ader, em seu Eole, França, 1890.) mais pesados que o ar, é provavelmente melhor considerados como tendo as suas origens a partir do empreendimento de Orville e Wilbur Wright (e de Santos Dumont- nota do autor). Também digno de menção nesta fase são os esforços de Richard Pearse, um neozelandês, que durante algum tempo pensou-se ser anterior à Wright brot com essa conquista. (Aviação: Uma história ilustrada. C. Chant. Orbis Publishing. Londres. 1978. PL4. História da Aviação. J.W.R. Taylor e K. Munson. Octopus Books. Londres. 1973. P505. Fundamentos de Medicina Aeroespacial. R. L DeHart (Ed). Lea e Febiger, Philadelphia: 1985. PL5.)*

¹³⁷ *Schrotter tinha inventado o primeiro rosto máscara de oxigênio, em 1900. Ele foi também o primeiro homem a sugerir o uso de cilindros de aço para transportar oxigênio no ar, quer na forma de gás comprimido ou líquido.*

recuperaram a consciência em torno de 20.000 pés para completarem a sua missão de aterragem em segurança.

Suas observações sobre altitude e discussão com von Schrotter permitiram Suring escrever sobre os limites da tolerância humana a altitude, com e sem oxigênio. Percebeu-se que até 100% de oxigênio seria insuficiente para a proteção contra a hipóxia na subida em nível muito alto. Os cálculos da Suring e Schrotter foram baseados em alguns dados meteorológicos imprecisos, mas suas conclusões eram muito corretas.

Em 1901, Von Schrotter previu que, acima de 41.000 pés, os equipamento de respiração pressurizada seria necessário para manter a oxigenação sanguínea adequada e recomendou o uso de máscara pressurizada hermeticamente fechada; para tal nível de altitude. Durante as duas primeiras décadas deste século, parece que pouco se evoluiu sobre o conhecimento sobre a hipóxia, apesar de grandes avanços na aviação desde a primeira guerra mundial. As teorias de Paul Bert e Hermann von Schrotter foram utilizadas como base para a maioria das considerações de hipóxia na aviação durante a primeira guerra mundial¹³⁸.

Cevada em 1917 apresentou um documento¹³⁹ durante a guerra britânica detalhando suas observações sobre uma variedade de deficiências e de desempenho de tripulações onde ele atribuiu-as à hipóxia. Ele alegou que a hipóxia foi a causa do aumento de fadiga de tripulantes após vôos em altitudes mais elevadas. Existem, para esta época, muitos relatos ações inadequadas ou irracionais de tripulantes, quando em altitude. Este autor também propôs mais sutis graus de comprometimento a altitudes relativamente baixas com um alívio de todas essas dificuldades ao respirar oxigênio (GIBSON 1999). Birley e outros estavam cientes que a hipóxia foi capaz de prejudicar o desempenho de uma tripulação. Uma variedade de métodos experimentais foram elaborados de tentar investigar suas observações. Na Grã-Bretanha dois pesquisadores independentes conceberam um método simples e barato de simulação de exposição à altitude. Um deles utilizou o “aparelho Flack” (em homenagem ao inventor Martin Flack) e consistia de um saco de cinco litros de reinalação de CO₂ com uma lavagem química¹⁴⁰.

¹³⁸ *Deve ser citado, entretanto, que apesar do desenvolvimento da aviação na guerra (Guerra Civil Espanhola e a Primeira Guerra Mundial), poucos aviadores durante esse período realmente voaram mais alem de 10.000 pés e quando o fizeram foi por períodos relativamente curtos. Talvez esta seja uma declaração injusta porque houve uma grande carga de experimentação em hipóxia e muito desenvolvimento e aperfeiçoamento do equipamento durante a grande guerra. No entanto, após as obras inovadoras e as teorias de Bert e Schrotter o progresso da guerra parece um pouco superficial e repetitivas. (Opinião do autor).*

¹³⁹ *Bulletin of the Information Section, Air Service, 1918*

¹⁴⁰ *28. A unidade semelhante foi usado nos Estados Unidos por volta de 1918, sendo chamado de aparelho rebreather Henderson-Pierce. Principles and Practice of Aviation Medicine. Baltimore. Primeira Edição 1939, terceira edição 1952. P30).*

A altura aproximada em que os sintomas de hipóxia desenvolver pode ser estimado por amostragem do gás na bolsa de reinalação, no início dos sintomas durante a utilização do aparelho. Usando o aparelho Flack um número de investigadores¹⁴¹ demonstrou que algumas pessoas eram mais resistentes aos efeitos da hipóxia do que outras, e concluiu que a seleção para esses candidatos mais resistentes reforçaria a segurança eo desempenho do *Royal Flying Corps* (RFC). Flack planejou uma série de testes que selecionou para o pessoal mais resistente à hipóxia, e estes testes foram usadas até o início da segunda guerra mundial. Testes empíricos Flack eram muito eficazes na identificação de pessoas com poucas respostas respiratórias a hipóxia, mas é discutível se a rejeição destas melhorou o desempenho daquele grupo (RFC- *Royal Flying Corps*) da Real Força Aérea (RAF).

Durante a primeira guerra mundial, havia, na Grã-Bretanha, pelo menos, alguns tripulantes com resistência considerável ao uso de oxigênio. Uma variedade de fatores, provavelmente contribuiu, por exemplo, foi considerado por alguns, uma opção mais simples (como o pára-quedas, inicialmente proibido para aviadores do RFC (*Royal Flying Corps*)). Outros pensaram que derrubar um inimigo enquanto se escondendo atrás de uma máscara seria “anti-desportivo” e as máscaras de oxigênio do dia eram quase universalmente, desconfortáveis e pouco confiáveis¹⁴². Outro desenvolvimento em tecnologia contra a hipóxia foi a invenção de diversos aparelhos economizadores que reduziam a proporção de oxigênio desperdiçado. Estes economizadores de Oxigênio (tal como concebido por JS Haldane em 1917, e produzido por Siebe Gorman para uso por aviadores na mesma época) foram inicialmente incerto e volumosos, que empregavam um saco reservatório flexível fornecido com fluxo constante de taxa de oxigênio. Durante a inalação de oxigênio este elemento passava do balão reservatório para a máscara do piloto e, quando expirado no saco, de novo com oxigênio, enquanto o ar da expiração era dirigida passava para fora da máscara através de uma válvula de borracha. Desde cedo, reguladores de oxigênio foram, também, um tanto rudimentar e complicado, para não mencionar confiáveis. Durante a Primeira Guerra Mundial o sistema de respiração de oxigênio foi melhorado no design com regulador onde é são selecionadas, manualmente, as configurações para certas altitudes, projetando uma unidade *anaeroid* que automaticamente ajusta a quantidade de oxigênio fornecido como o aumento da altitude¹⁴³. Outros avanços em reguladores, neste momento refletem o interesse de saber o quanto de oxigênio resta no

¹⁴¹ Incluindo os trabalhos de Corbett RAMC, TCor Bazett, Dra. Grace Briscoe, *Physiological Laboratory, Hampstead. (GIBSON) Into Thin Air: A História da Aviação Medicina na RAF, Londres, 1984.*

¹⁴² For isso que tubos com boquilhas foram amplamente usados para fornecimento de oxigênio pelas tripulações (RFC- *Royal Flying Corps*), durante a primeira guerra mundial.

¹⁴³ *Into Thin Air: A História da Aviação Medicina na RAF, Londres, 1984.*

reservatório e quão rápido você o estava usando. Vários medidores foram incorporados ao projeto do regulador. Os alemães durante a 1ª Guerra Mundial, criaram métodos de controle da taxa de evaporação de oxigênio líquido. Os aviões britânicos utilizavam oxigênio gasoso comprimido e os alemães usavam oxigênio líquido.

Após a conclusão de estudos da primeira Guerra sobre hipóxia parece haver concentração novamente na fraternidade do balonismo. O fisiologista alemão-médico Dr. Hubertus Strughold publicou estudos em 1977 sobre pesquisas anteriores sobre fisiologia de altitude e começou a trabalhar mais no campo, utilizando balões e mais tarde aprendeu a voar, mesmo. Um não-balonista nessa época foi a primeira tentativa de desenvolver uma cabine pressurizada para aeronaves. Ela havia sido mostrado por Suring e Schrotter von que 100% de oxigênio à pressão ambiente seria insuficiente para evitar a hipóxia acima de uma certa altitude (40.000 pés). A cabine da aeronave pressurizada é um método de fornecimento de oxigênio em pressões superiores ambiente, outra é respirar sob pressão onde o aumento da pressão de oxigênio (absoluta ou parcial) é fornecido para as vias aéreas através de uma máscara apropriada apertada. Existem exames médicos práticos para pilotos em uma cabine de pressão (seja ela do nível do mar, 4.000 m, 8.000 m, ou outros) sempre que voar em um jato de transporte comercial de passageiros for uma rotina. Em 1921, uma bomba movida a energia eólica foi montado para a pressurização da cabine de um biplano Havilland nos Estados Unidos sa America¹⁴⁴. A cabine foi pressurizada, mas de forma descontrolada e a manutenção de uma altitude de cabina de 7000 pés quando voava a 3.000 pés. Essa idéia foi explorada por um ano, ou, então parecia ter sido esquecida por algum tempo até o aparecimento do XC-35 americanos de 1939 conforme visto na figura 54.

¹⁴⁴ *A pressão da cabine. H.H.S. Marrom. Ch 9 encontrado em um de Psicologia na Aviação de J.A. Gillies (The Pressure Cabin. H.H.S. Brown. Textbook of Aviation Physiology. J.A. Gillies Ed. Pergammon Press. Londres, 1965. p153.)*



Figura 54- O Lockheed XC-35 era um avião característica de pressurização na cabine (1939).
Fonte: acervo do autor (2002)

Uma investigação após a guerra serviu para confirmar o limite máximo previsto para os balões de gôndola aberta. Em maio de 1927 um oficial do exército dos Estados Unidos, o capitão Hawthorne C. Gray fez novas tentativas de registros de altitude, usando balões com dispositivo de abertura de oxigênio usando cilindros de aço pressurizados. Ele chegou a 42.470 pés e começou a descer por causa dos sintomas hipóxia e devido ao mau funcionamento do balão, fez uma descida de pára-quedas bem sucedida¹⁴⁵. Em uma outra tentativa semelhante, seis meses depois, novamente a 42.470 pés, com início de descida devido aos sintomas de hipóxia, quando o fornecimento de oxigênio esgotou-se. Ele morreu quando seu balão pousou.

Em 1931, o fisiologista alemão Hans Hartmann havia subido a 28.200 pés na região Kanchenjunga, no Himalaia Nepal¹⁴⁶, sem uso de oxigênio. Esta subida reforça a nossa compreensão sobre as limitações do homem em um ambiente hipóxico, mas também demonstrou a capacidade de adaptação ou aclimatar-se a uma redução das tensões de oxigênio na altitude. De acordo com as previsões anteriores, von Schrotter dá o próximo passo na investigação hipóxia e andava de mãos dadas com o registro de novas tentativas de ascender a altitude e respirar oxigênio a uma pressão superior à pressão atmosférica ambiente. O conceito era simples: em vez do aviador se expor à atmosfera rarefeita em altitude, este iria ter uma atmosfera tão perto quanto possível da encontrada no nível do mar.

¹⁴⁵ O mais pesados que o recorde de altitude ar nesta época estava fixado em 36.565 pés, 1923 por Sadi Lecoite pilotando um biplano Nieuport-Delage. FAI World Records.

¹⁴⁶ Kanchenjunga é terceira montanha mais alta do mundo e está situada no extremo oriente, no Himalaia, Nepal na fronteira com a Índia e está a cerca de 50 km. Ao sul da fronteira do Tibete. A tradução literal do Kanchenjunga significa cinco picos. A área é cercada por várias geleiras altas a partir das quais existe uma vista da montanha sagrada.

Em 27 de maio de 1931 Aug.e Piccard e Kipfer Paulo decolaram dentro de uma gôndola pressurizada suspensos a partir de um balão e atingiram 51.775 pés (National Geographic Magazine, 1933). Piccard tinha projetado a pressão da cápsula para mantê-la ao nível do mar e os dois passageiros respiravam ar limpo de CO₂ exalado por um alcalóide com lavagem. O trabalho pioneiro de Piccard com pressurização em gôndolas, desde então, permitiu que o homem voar para bem mais de 100.000 pés usando balões¹⁴⁷.

Na Alemanha, no final de 1920, havia começado o uso de cabine de pressão para aeronaves de asa fixa. Em 1933, um Junkers 49 equipado com uma cabine de pressão com sucesso voou a 33.000 pés, e em 1936 este mesmo avião atingiu 41.000 pés. Da mesma forma a França tinha desenvolvido uma tecnologia de pressão da cabine em 1935, embora com problemas¹⁴⁸.

Entre as guerras, percebeu-se que os britânicos (e os americanos dos Estados Unidos) tiveram pouco progresso no desenvolvimentode sistemas de aeronaves com operação com uso de oxigênio, quando sentiu-se, na época, que os alemães fizeram consideráveis avanços e tinham uma vantagem sobre os Aliados a este respeito. Pouco tinha sido feito além do dispositivo economizador de oxigênio. Para este vôo, em um teste a 43.976 pés, o piloto da *Bristol Aeroplane Company*, o Sr. C.F. Uwins, voou com o cockpit aberto no biplano Vickers Vesper usando um constante fluxo de emissão de oxigênio, com a máscara ajustada para fornecer 100% de oxigênio. Problemas encontrados durante a pesquisa de preparação para este vôo (MARSHALL, 1933) chamou a atenção de Gerald Struan Marshall, então diretor do *Physiological Laboratory* da RAF, que escreveu ao diretor dos Serviços Médicos apontando as diferenças dos sistemas em uso de oxigênio. A linha de fechamento de seu relatório registrava que os em vôos acima de 20.000 pés, o homem com o sistema de oxigênio teria mais eficiência¹⁴⁹. Após semanas de investigação estava em andamento movos reguladores de oxigênio e outros equipamentos e ao longo dos anos que se seguiram como um tipo de máscara (D) onde o sistema regulador evoluiu. Apesar da máscara do tipo D não estar à altura das expectativas, esta abriu o caminho para novos avanços em máscaras, reguladores e economizadores no início da segunda guerra.

¹⁴⁷ pilotado pelo Major David Simmons. 101516 pés, 19 de agosto de 1957. Recorde de vôo de balão. Do *National Geographic Magazine*. Washington, e.u.a. Fevereiro, 1977.

¹⁴⁸ Em um artigo sobre a pressão da cabine. H.H.S. Marrom. Ch 9 no *Aviation Physiology*. J.A. Gillies Ed. Pergamon Press. Londres. 1965. p154.

¹⁴⁹ documento de G. S. Marshall. 24 de junho de 1932

Como havia sido apontado por von Schrotter (vice supra) e Haldane¹⁵⁰, a exposição à altitude de mais de 33.000 pés resultou na queda da saturação de oxigênio arterial, mesmo com o uso de 100% de oxigênio. Esta tinha sido recentemente superado por Piccard usando balão com gôndola pressurizada e no laboratório conjunto sobre o desenvolvimento de um ambiente mais portáteis pressurizados de Struan Marshall, para adequar a pressão. Em conjunto com Gorman Siebe uma roupa de mergulhado foi modificada para produzir uma vestimenta de pressão.

Durante o período 1933 - 1935, este processo foi desenvolvido e testado para 90.000 pés por Davis, em câmaras de pressão. Em 1936, o processo foi levado com êxito para 54.000 pés. Ele foi avaliado onde foi encontrada uma variedade de problemas e imprevistos técnicos e práticos. Apesar dos problemas a vestimenta mostrou-se operacional. Apesar de tais dificuldades, vistas claramente, esta vestimenta pode ser considerada como precursora da utilizada por nosso astronauta moderno nas viagens intra e extra-veicular no espaço sideral. Externamente elas se parecem, conforme visualizamos nas figuras 55 a, b e c. A precursora e suas descendentes.

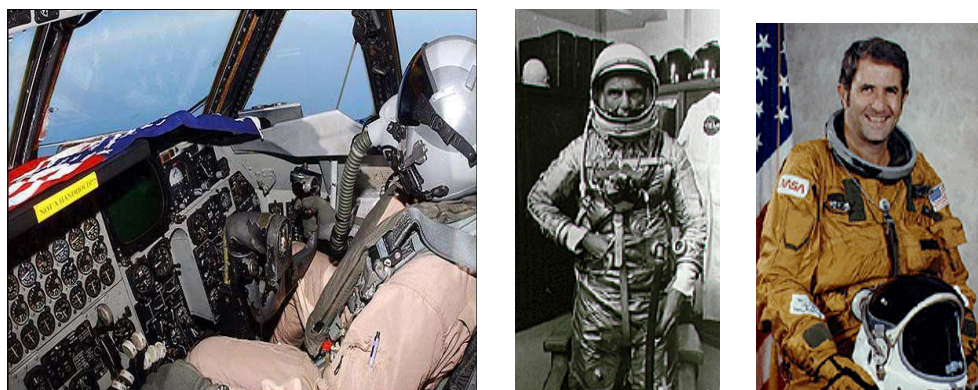


Figura 55-a vestimenta do Boeing b-52-1962 Figura 55-b roupa espacial para missão Mercury- 1962 e
Figura 55-c roupa para o ônibus espacial – 2000

Fonte: acervo do autor (2002)

Um americano chamado Wiley Post também projetou e construiu uma vestimenta sob pressão em 1934. Ele a usou em 1934 e 1935 na tentativa de quebrar o recorde de velocidade trans-americana e mais detalhes podem ser encontrados nos registros de seus vôos (ERNSTING, 1965). Uma investigação simultânea de vestimentas sob pressão estava em

¹⁵⁰ J.S. Haldane e J.G. Sacerdotal. *Respiração*. Londres, Oxford University Press. 1920. New Edition, New Haven, Yale University Press e Londres, Oxford University Press. 1935

curso na França em 1935 por Dr. Garsaux. Na Itália em 1937, Pezzi alcançou a altitude recorde de mais de 51.000 pés.

Uma interessante conclusão é registada em uma pesquisa independente russa durante este período¹⁵¹. O citado fornece importantes estudos válidos até hoje sobre medicina na aviação. Pesquisas posteriores, no entanto, não demonstraram qualquer grau de proteção contra a hipóxia oferecidas pelas paizes de correntes políticas socialistas. Nos anos imediatamente anteriores à Segunda Guerra Mundial, os Aliados deram especial importância à investigação do uso de oxigênio para que o desenvolvimento de novos sistemas de abastecimento de oxigênio tivesse a máxima prioridade, conforme relatado no *British Medical research of Aviation (1939)*¹⁵². Toda a atenção deste tipo de pesquisa na guerra estava concentrada nos aspectos práticos do uso de oxigênio por aviadores de combate. Os problemas abordados incluíam:

- Como produzir e transportar oxigênio,
- Como para garantir a entrega segura e controlada de oxigênio para os tripulantes,
- Como projetar um sistema que assegurasse que a máscara de oxigênio funcionasse para onde era necessário- para os pulmões, e
- Como minimizar o efeitos da hipóxia durante o vôo em altitude elevada.

Extensivos estudos da eficácia de câmaras de descompressão e de uma variedade de equipamentos de oxigênio foram realizados na Inglaterra no RAF Laboratories entre 1939 e 1945. O efeito de vários equipamentos foi monitorado e por fim, a análise do gás expirado em máquinas desenhado por Haldane em um processo trabalhoso, especialmente quando a pesquisa foi pontuada por alarmes e mergulho para todos os abrigos de anti-aérea¹⁵³.

Não é encontrada nenhuma documentação de investigação paralela nos Estados Unidos na Alemanha, na França e na antiga URSS, porque esta série de testes britânicos avaliou uma série de máscaras reguladores da Alemanha e dos Estados Unidos, enquanto a França,

¹⁵¹ SUBBOTNIK G.E *Nevropatologiya i psikhatriya*. 7, 155-160. 1937, VOYACHEK W. *Fundamentals of Aviation Medicin. Pavlov Institute of Aviation Medicine., Honrado Scientist. Leningrado. 1939. Ch.7 por G.E. Subbotnik.*

¹⁵² .. pouco oxigênio. . Ch 6 em *Uma História da Aviação - Medicina na RAF. T. M. Gibson e M. H. Harrison. Robert Hale. Londres. 1984. p98.*

¹⁵³ p100. da referência anterior.

Alemanha, Itália, Rússia e Estados Unidos somente tiveram câmaras de descompressão operacionais em meados de 1930 ¹⁵⁴.

Efeitos da altitude em conjunção com a hipoxia e a gênese da pressurização

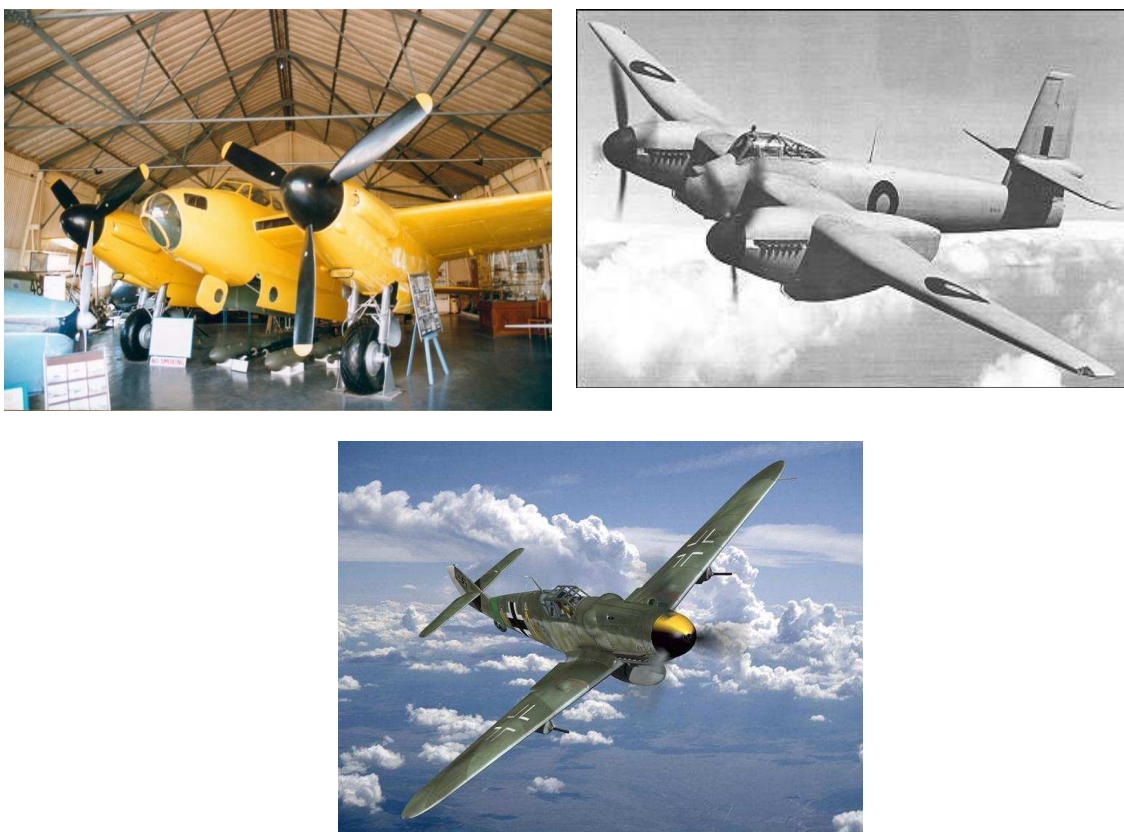
Todos os problemas da baixa pressão barométrica nas altitudes elevadas podem ser evitados se a aeronave for pressurizada. A maioria das aeronaves comerciais conta com este dispositivo. O maior problema das cabines pressurizadas vem da descompressão explosiva, que ocorre quando o equipamento de pressurização 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).

A hipóxia produzida pela exposição à altitude da aviação pode diretamente ou potencialmente prejudicar o desempenho dos pilotos. Outra grande área de desenvolvimento para a prevenção de hipóxia foi a expansão da experiência e conhecimento em tecnologia pressurização do habitáculo de vôo. Como já mencionado, o primeiro uso de uma cabine pressurizada ocorreu no E.U.A. no início dos anos 1920 e desenvolvimentos foram feitos pelos alemães e os franceses durante as duas décadas seguintes. ¹⁵⁵.

Em 1940, a RAF teve sucesso pressurizando seu bombardeiro Vickers-Armstrong Wellington montando compressores nos motores que poderiam ser controladas por um tripulante. Em 1941 e 1942 finalmente aconteceu a incorporação das cabines pressurizadas em caças Spitfire da RAF e caças-bombardeiros Mosquito usados para fotografias de alta altitude missões de reconhecimento conforme vistos nas figuras 56 a,b e c.

¹⁵⁴ .Homens em voos.- realizações na indústria aeroespacial. E. Engle e A. Lott. Leeward Publications, E.U.A.: 1979. p102. Fundamentos da Medicina na Aviação Pavlov Institute of Aviation Medicine. Ed. Prof W. Voyachek, Leningrado. 1939.

¹⁵⁵ O francês tinha um avião pressurizado com motores duplos, em 1940, que poderia manter a altitude de cabina de 9.700 pés enquanto estava voando efetivamente a 30.000 pés. Alimentada pelos sucessos da Alemanha com a pressurização de cabines, a Força Aérea da Inglaterra (RAF-Op.cit) abordou o problema com uma certa urgência logo no pré-guerra.



Figuras 56 a , b e c: A gênese da pressurização— os aviões DeHavilland Mosquito, o Welkin Westland e o Spitfire

Fonte: acervo do autor (2002)

O Welkin Westland (muito parecido com o De Havilland Mosquito), produzido em 1943, foi o primeiro avião britânico com uma cabine pressurizada já integrante de seu projeto mas ele não entrou em serviço antes do fim da guerra. Os Bombardeiros Ingleses De Havilland Mosquito, pressurizado e o Westland Welkin foram os primeiros aviões com o habitáculo humano totalmente pressurizado para vôos de grande altitude.

O outro método de prevenção de hipóxia em altitudes acima de 40.000 pés é a respiração sob pressão, como mencionado anteriormente (pagina 159, figura 55). Em uma cronologia semelhante ao da pesquisa para cabines pressurizadas foi conduzida pesquisa para pesquisa pressurizada mas foi arquivado, apenas para sendo ressuscitado durante a Segunda Guerra Mundial. Em 1942, Gagge A.P. e colegas de trabalho, em Wright Field E.U.A., desenvolveram um sistema de respiração pressurizada para permitir a operação de tripulações acima de 42.000 pés em cabines sem pressão. Este equipamento foi bem sucedido e permitiu a exposição a 50.000 pés por vários minutos sem problemas hipóxico¹⁵⁶.

¹⁵⁶ No periódico *journal of Aviation Medicine* de A.C. Gagge et al. 16; 2. 1945.

O grau de comprometimento hipóxico varia com a exposição à altitude. A questão de saber se a altitude para prejudicar o desempenho se faz de uma forma puramente aditiva ou se existe um efeito sinérgico e é também motivo de preocupação para a prática da medicina aplicada à aviação.

Um trabalho canadense sobre a respiração sob pressão conduziu os norte-americanos por cerca de um ano, mas empregou um sistema diferente, que realmente proporcionou um grau de contrapressão para a parede do tórax (chamado, por alguns, uma jaqueta de respiração com pressão, colete ou jaqueta)¹⁵⁷.

Depois de poucas modificações com base na experiência do Canadá, foi a vez da RAF, que desenvolveu a *máscara-H* que fornecia pressão operacional na respiração para os tripulantes. Isto lhes permitia opetrar contra as aeronaves pressurizadas alemãs (por exemplo, o avião de foto-reconhecimento Junkers 86) que eram inacessíveis a eles¹⁵⁸. Alguns Ju 86 convertidos e designados Junkers Ju 86P, conforme visto na figura 57, serviram como bombardeiros de elevada altura e foram utilizados para reconhecimento na Inglaterra e Rússia.



Figura 57- O designados Junkers Ju 86P, O Junkers Ju 86 era inicialmente utilizado para transporte aéreo foi convertido mais tarde para bombardeiro- Em 1934 o Ju 86 era um dos aviões mais avançados existentes.
Fonte: American aviation-photos (2007).

Este equipamento foi testado em vôo a 46.000 pés em 1943 e que entrou em serviço em 1944. Os americanos também aprovaram e melhoraram este projeto (incorporando mangas no

¹⁵⁷ Amplamente descrito em : *Respiração pressurizada e altitude, os métodos práticos para a sua utilização*. De H.C. Bazett e G.R. McDougall.- *Relatório do Comitê da Aviação Medical Research*. N.R.C. Canadá. Out. de 1942. *Pressurização e testes respiratórios no Reino Unido*. J.A. Kitching e H.C. Crossley. *Relatório do Comitê da Aviação do Medical Research*. N.R.C. Canadá. Dez. de 1943. *Muito pouco oxigênio*. (Into Thin Air): *A História da Aviação Medicina na RAF*. T.M. Gibson Robert Hale. Londres. 1984. PL27.

¹⁵⁸ . Alguns Ju 86 convertidos e designados Junkers Ju 86P, serviram como bombardeiros de elevada altura e foram utilizados para reconhecimento na Inglaterra e Rússia.

uniforme pressurizado¹⁵⁹. Após a segunda guerra, todas as aeronaves militares projetadas para vôos de grande altitude foram equipadas com cabines pressurizadas, e respiração sob pressão e funcionaram em um sistema de emergência para o em caso de falha de pressurização na cabine. Recentemente, no entanto, pesquisas têm indicado os benefícios da respiração sob pressão reduz a incidência da Perda da Consciência por Aceleração Induzida (G-LOC)^{160 e 161}, tanto que a Força Aérea Norte Americana emprega respiração sob pressão como uma dos requisitos para aumentar a tolerância G - em sua moderna frota de aviões de caça e Ernsting propõe que os futuros sistemas de aeronaves militares de oxigênio devem empregar uma seleção automática de respiração sob pressão quando determinados níveis de + Gz são atingidos¹⁶².

Com a eclosão da Segunda Guerra Mundial a tecnologia completa de uniformes pressurizados era rudimentar e não suficiente para permitir vôos operacionais acima de 40.000 pés. Em 1941, a RAF reacendeu o interesse dela em roupas pressurizadas e teste em 1942 tinha voado um terno novo. O terceiro tipo de ação produzida durante estes experimentos foi eficaz e relativamente confortável, mas nunca entrou em serviço, provavelmente devido existência de cabines pressurizadas e equipamento de respiração forçada simultâneos. Mas pesquisas de uniformes pressurizados continuaram no pós-guerra alimentadas pelo risco sempre presente de haver descompressão rápida (pressurizado) da cabina e o futuro antecipado das necessidades das operações em altitude muito elevada. Híbridos entre uniformes pressurizados totais e pressão nas cabines foram projetados¹⁶³ e em 1957 um modelo foi usado com êxito voando a 140.000 pés, sendo John Ernsting o próprio piloto.

A Rússia também tinha realizado um esforço considerável iniciando em 1934 sob a supervisão do Dr. Vladislav A. Spasskiy para roupas pressurizadas e os seus conhecimentos e até o final da Segunda Guerra Mundial não apresentaram nenhum trabalho original sobre os equipamentos sobre pressão parcial. Da mesma forma a empresa Drager alemã foi envolvida no desenvolvimentode um uniforme pressurizado para se tornar operacional antes da segunda

¹⁵⁹ e mais tarde (1948) fazendo sua versão melhorada na RAF auxiliou uma investigação em curso descrito no *Too Little Oxygen . . . in Into Thin Air: A History of Aviation Medicine in the RAF.* T.M. Gibson e M.H. Harrison. Robert Hale. London. 1984. p131.

¹⁶⁰ Registrado e discutido em *Man at high sustained + Gz acceleration* de R. R. Burton e S.D. Leverett. e E.D. e por Michaelson. *Medicina Aeroespacial, (Aerospace Medicine)* 45; 1115-1136. 1974. Os Requisitos de ventilação pulmonar são evidenciados na operação de aeronaves de alta performance. T.R. Morgan, D. H. Reid, e F. W. Baumgardner. Republicado por *Aerospace Medical Association Annual Meeting.* 1976.

¹⁶¹ ver paginas onde se discute os efeitos da gravidade induzida nos seres humanos

¹⁶² Um sistema de oxigênio avançado aviões de combate para o futuro é tratado por J. Ernsting em *Conference CP n ° 265-nos estudos dos avanços recentes em Medicina Aeronáutica e Espaço.* 1979.

¹⁶³ A História dos sistemas de oxigenação em *Post-War Oxygen Systems.* de T.M. Gibson e M.H. Harrison. da *RAF Institute of Aviation Medicine Report No. 617.* Julho de 1982. p16 – 21. *A combinação de pressão parcial de capacete, jaqueta de pressão, G-terno, e luvas de pressão.* and *Space Medicine.* 1979.

guerra mundial. No entanto, desde então, a tecnologia da cabine pressurizada tem melhorado continuamente e aquele tipo de vestimenta pressurizada (total e parcial) aos poucos foi sendo utilizada cada vez menos.

Pode ser visto acima que o progresso fenomenal tinha sido feito em nossa compreensão de hipóxia durante a primeira metade deste século. Até o final da segunda guerra, os efeitos da falta de oxigênio na altitude alta e muito alta foi bem compreendida, como foi necessária a administração de oxigênio para evitar a hipóxia. Os sinais e sintomas da hipóxia foram reconhecidos e bem documentado. Ela havia sido demonstrada confirmando as previsões anteriores¹⁶⁴ que o oxigênio a uma pressão parcial maior que ambiente era necessária para evitar a hipóxia em altitudes acima de 40.000 pés. Uma grande variedade de sistemas de oxigênio foram desenvolvidos ao redor do mundo, empregando diversos processos como alta pressão de oxigênio, oxigênio líquido, ou geração de oxigênio concentrado, durante o vôo, a partir do ar circundante.

Equipamentos para proteção da hipóxia tinham sofrido grandes mudanças desde a pré-Primeira Guerra Mundial mas não haviam naquela ocasião máscaras de oxigênio com os reguladores de demanda (ou não reinalação, se necessário). As válvulas reguladoras automáticas alteraram a concentração de oxigênio fornecida de acordo com a altitude. O maior avanço isolado da tecnologia era o desenvolvimento de sistemas de pressurização da cabine capazes de sustentar operações de tripulação em altitude elevada, sem roupas pressurizadas pesadas.

Claro que a tecnologia de roupas pressurizadas estava longe de ser redundante e desempenhou um papel importante no confronto subsequente do homem com o espaço - que permitiu a sobrevivência e a atividade na maioria dos ambientes hostis.

Desde cerca de 1950 grande parte do desenvolvimento de sistemas de oxigênio de aeronaves tem sido uma questão de refino, por vezes, substancial já que a tecnologia já estava disponível. Muito trabalho foi realizado na definição dos padrões aceitáveis e características de operação de sistemas de Oxigênio de aeronaves (GIBSON et al. 1982).

A principal exceção a esta generalização foi o desenvolvimento da Peneira Molecular. O desenvolvimento de sistemas de geração de oxigênio a bordo produziu uma necessidade, em

¹⁶⁴ e Von Schrotter em 1901 para realizar um vôo de teste, durante um desfile em Berlim, com os professores e Berson Suring em um dirigível batizado com o nome "Preussen" em 31 de jul., transportou vários instrumentos meteorológicos, alimentos, bebidas, casacos quentes e botas, onde se acredita ser o primeiro a sugerir o uso de máscara com tubo nasal fixa firmemente em um lugar adaptado à boca mas pois isso poderia provocar ferimentos devido a manobras e colocar suas vidas em risco. Sua sugestão não foi atendida. Vide Nota 93.

algumas aeronaves, para aparelhos que monitoram a concentração de oxigênio na cabine do avião¹⁶⁵.

Durante estes últimos quarenta anos, o transporte de oxigênio foi substancialmente mais sofisticado, em aeronaves militares carregando sistemas alternativos para casos de emergência utilizando alta pressão de oxigênio gasoso. A pressurização foi aplicada em aviões civís particulares e não apenas embarcações para vôo de alta altitude e militares ou transportadores de passageiros de longo curso e podem ser utilizados em vôos em altitude elevada. A realização de potenciais problemas com a descompressão rápida da cabine é exemplificada pelo fato que muitos caça-interceptadores voam a grande altitude, com sua cabine a 18.000 pés de altitude e o piloto usando oxigênio em todos os momentos, estes sistemas reduzem o risco para o piloto (e, portanto, a missão) a integridade da cabina de pilotagem ser violada por mísseis ou fragmento e descompressão rápida.

As máscaras e os reguladores se tornaram progressivamente mais eficientes e confiáveis (e geralmente complexos) empregando mais e mais recursos de segurança. Respiração pressurizada e seus benefícios e seus problemas são, hoje, razoavelmente bem compreendidos, e os sistemas de segurança respiratória estão geralmente disponíveis em aviões militares como uma emergência e facilidade em caso de despressurização da cabina em altitude. A descoberta acidental que a respiração sob pressão aumenta a tolerância a aceleração tem sido empregada para aumentar o desempenho do piloto para a exigência crescente de manobrar jatos rápidos.

Pressão parcial em capacetes tem uma aplicação muito limitada nos dias de hoje, à notável exceção de aeronaves especializadas como o U2 e SR-71 *High Altitude Photo-airplanes* (aeronaves de reconhecimento e usados em aero-fotogrametria para espionagem militar), cujo desenho especificações não permitem a pressurização adequada da cabine¹⁶⁶. Roupas pressurizadas com cobertura total do corpo migraram para o reino da astronáutica com pouco uso atualmente na aviação.

A tecnologia aplicada em vestimentas pressurizadas tem avançado significativamente como pode ser evidenciado pela recente jornada extra-veicular do astronauta da Challenger.

¹⁶⁵ Estudos avançados de otimização de dispositivos relacionados a sistemas de oxigênio em aeronaves foi conduzido por M.W. Harral – líder dos engenheiros para assuntos relacionados com respiração em aeronaves militares norte americana em 1989 (Appendix XVII - the Unconfirmed Minutes of Meeting No. 65. SAE (Society of Automotive Engineers) Committee A-10, Aircraft Oxygen Equipment. SAE Aerospace equipment Division, 7 de dez. de 1989.

¹⁶⁶ Os aviões de espionagem aérea cada vez mais estão e estarão sendo utilizados sem pilotos tendendo à única forma de uso deste tipo de aeronave nesta aplicação. Pois o risco de vida é nulo, não requer pressurização para manutenção de vida humana e o tamanho pode ser muito modular e específico. (Opinião pessoal do autor).

A maioria dos grandes avanços na prevenção de hipóxia derivam de várias necessidades militares e em seguida, tendem a ser utilizadas em aplicações civis. A indústria na RPT (rotina civil de transporte de passageiros) tem desenvolvido algumas necessidades independentes dos tripulantes militares e algumas iniciativas de pesquisa têm sido conduzidas concomitantemente. É de particular interesse aqui a melhoria recente no sistema de máscaras de oxigênio para os tripulantes RPT e proteção com o uso de máscaras de oxigênio desenvolvida para prevenir incapacidade respiratória vital em caso de incêndio na cabine e no caso de liberação de vapores tóxicos pela queima de plásticos.

Outra variação recente sobre o tema na prevenção de hipóxia são os sistemas desenvolvidos para algumas aeronaves militares (e eventualmente algumas civis) e na operações de helicópteros onde os sistemas de fornecimento de oxigênio são projetados para permitir alguma proteção (ainda que limitada) de água, durante uma submersão. Essa proteção dá a tripulação de mais tempo e, conseqüentemente, uma maior chance de sobrevivência em caso de afundamento e saída da cabine quando estiver em baixo da água.

Kiraly (1968) conta que o uso de oxigênio embarcado (*On Board Oxygen Generation Systems-OBOGS*) é um aspecto importante no avanço da nossa compreensão e prevenção da hipóxia e atravessa uma ponte entre o passado e o futuro. O conceito, desenvolvido pela primeira vez por volta de 1940 com a produção de separadores de Oxigênio foi expandido muito nos últimos 15 anos, e certamente teve um papel importante no desenvolvimento e melhoria dos sistemas de oxigênio de aeronaves do presente e também ocorrerá no futuro.

Um número de *OBOGS* foram desenvolvidos¹⁶⁷ empregando diferentes princípios físicos e químicos e com diferentes papéis potenciais na aviação. O primeiro método, a eletrólise da água, requer entrada de alta potência elétrica e ao transporte e reposição de grandes quantidades de água muito pura. Este sistema foi praticamente abandonado. O óxido de bário / dióxido de sistema depende da ligação do oxigênio por Óxido de bário a 540 ° C para formar dióxido de bário e quebrar deste composto em 900 ° C com a liberação de oxigênio.

Um sistema foi desenvolvido, mas precisaria de alta potência e problemas de manutenção tornaram-no pouco atraente. Este equipamento concentrador eletroquímico utilizava energia elétrica para atrair e moléculas de oxigênio que se ligam a íons de hidrogênio em um tubo catódico, então a liberação de oxigênio das moléculas de água resultante de um ânodo nas proximidades. O sistema foi desenvolvido, mas ainda não a um nível aceitável para o uso da

¹⁶⁷ *As especificações para a concepção de tais OBOGS exigia uma capacidade de produzir 100% de oxigênio em 26 litros por minuto (pressão e temperatura normais, CNTP) para fornecer a dois tripulantes através da demanda de oxigênio disponíveis nos reguladores. Os sistemas foram capazes de produzir oxigênio em alta pressão (900 -1800 libras por polegada quadrada) e armazenar 300 litros. KIRALY,(1968).*

aviação. O sistema Fluomine confia na reação reversível do oxigênio com o Quelato de cobalto. Testes mostraram o sistema, em seu estado atual, a insuficiência. A Peneira Molecular para a produção de oxigênio tem sido utilizada há alguns anos nos hospitais (Ernsting et al. 1977)¹⁶⁸, mas não nos aviões, até recentemente, devido à sua incapacidade de produzir oxigênio altamente concentrado (percentagem em torno de 100).

Hickman(1996) afirma que esses sistemas utilizam Zeolite¹⁶⁹ com filtro ou peneira para remover o nitrogênio do ar produzindo uma mistura gasosa de 95% de oxigênio e 5% de árgon. A inovação que permitiu maior concentração do oxigênio, o padrão da aviação, foi o desenvolvimento de um purificador de oxigênio secundário em 1988¹⁷⁰. Este purificador secundário empregou uma peneira de carbono para absorver o Argon a partir da mistura, produzindo uma concentração de oxigênio de 99,6%, sem aquecimento ou arrefecimento e são relativamente leves e compactos.

Muitas aeronaves da atualidade já estão sendo equipadas com um sistema de geração molecular de oxigênio chamado MSOGS¹⁷¹, mais notadamente o avião bombardeiro B1 dos Estados Unidos e o USN AV-8B e o caça Harrier ingles¹⁷².

Provavelmente todas as aeronaves militares produzidas no futuro serão equipadas com MSOGS e também os jatos de transporte de passageiros. (ROUTZAHN, 1981). Este autor afirma que o entendimento da hipóxia, tal como é aplicado à aviação, certamente tem progredido consideravelmente desde as mortes de Croce-Spinelli e Sivel até os sistemas avançados da atualidade de fornecimento de oxigênio e prevenção de hipoxia de hoje. Vemos na figura 58 a máscara com o sistema MSOGS.

¹⁶⁸ Pesquisa e avaliação no campo da medicina molecular aplicada na aviação no the Army Molecular Sieve Oxygen generator Systems por F.S. Pettyjohn e R.J. McNeil no US Army Aeromedical Laboratory em 1977

¹⁶⁹ O zeólito são peneiras sintéticas moleculares de aluminossilicatos alcalinos/metal com pedras basilares da SiO₄ e AlO₄ tetrahedra e cátions trocáveis. As dimensões dos poros da peneira dependem do tipo cristal sendo empregado (em torno 4.2a para o SA cristais e 7.4A para o 13X cristais). Os cristais não agem como filtros físicos como se deveria esperar (O₂ sendo 3.46A e N₂ 3.64Å molecular de diâmetro), mas dependem de diferenças nas capacidades de equilíbrio e de absorção de nitrogênio da ligeira polaridade de separação. Oxigênio e árgon tem praticamente idêntica dimensão e polaridade e, portanto, não são discriminados na norma MSOGS que produz 95% de oxigênio e 5% de Árgonio. (Ver: Hickman, J.R. et al. Tolan, G.D., Gray, G.W., e Hull, D.H. no periódico *Clinical aerospace cardiovascular and pulmonary medicine*. In R.L. DeHart (1996) e o *Fundamentals of Aerospace Medicine* (pp. 463-518) Baltimore: Williams e Wilkins.r)

¹⁷⁰ Concentrador de oxigênio com Peneira Molecular e purificador secundário. (patente de G.W. Miller nos Estados Unidos em 1988 e E.U. Patent No 4.813.979, 1989 detalhado no periódico SAFE - Survival And Flight Equipment Association Journal, 19:3, p27. 1989).

¹⁷¹ MSOGS(Molecular Sieve Oxygen Generation System)significa Sistema de geração molecular de Oxigenio

¹⁷² Um sistema de ar enriquecido com oxigênio foi utilizado no AV-8A Harrier.(R. L. Routzahn. Technical Report, E.U. Naval Air Development Centre, no NADC-81198-60. 1981.)



Figura 58 - Uma máscara de uso militar com o sistema MSOGS- Geração molecular de Oxigênio
 Fonte: E.U. Naval Air Development Centre,(2008)

Questiona-se o que acontecerá no futuro. Há, de fato, novas fronteiras para conquistar na área da aviação e hipóxia é prevenção? Alguns autores como acreditam que sim mas direcionam a próxima série de avanços importantes do sistema de oxigênio às necessidades da astronáutica, viagens interplanetárias, e possível colonização extra-terrestre. Ernsting (1979) predisse que os nossos aviões de combate futuro teriam um sistema MSOGS capaz de produzir perto de 100% de oxigênio em taxas capazes de atender as necessidades de todos os tripulantes. Este autor registra que uma cabine de baixa pressão diferencial deve ser empregada por tripulações usando seu sistema de oxigênio em todos os momentos.

O regulador ajusta automaticamente a mistura oxigênio de acordo com a altitude para se respirar em altitudes em cabines pressurizadas acima de 33.000 pés ou além. As exigências respiratórias e flutuações de pressão da máscara devem ser mínimas e não-cansativas. O sistema deve ter a duplicação de funções essenciais, o sistema de avisos de falha, teste simples e procedimentos de treino de emergência, oferecendo proteção contra a hipóxia, afogamento e sufocação após a saída do avião.

Muito do futuro desenvolvimento em sistemas militares de oxigênio dependerá da tecnologia de outras aeronaves e as táticas que serão empregadas em futuros conflitos. O uso de mísseis terra-ar se tornaram tão avançados que a aviação teve que determinar vôos baixos e rápidos¹⁷³, onde a prevenção de hipóxia deixaria de ser uma consideração importante, mas a respiração pressurizada ainda pode ser atraente para procedimentos de prevenção G-LOC (vide notas 55 a 59). No entanto altitudes extremas são necessárias para a interceptação de inimigos em aviação militar preventiva e da Astronáutica onde os tripulantes podem e devem

¹⁷³ Um vôo baixo e rápido é um artifício comum muito utilizado em combate ou espionagem para driblar os radares e mísseis terra-ar (nota do autor).

rotineiramente usar roupas pressurizadas totais e tal como aconteceu no passado, os futuros desenvolvimentos em equipamentos de oxigênio serão conduzidos por necessidades operacionais.

Vôo extraterrestre prolongado é provável num futuro próximo, precisando cabines pressurizadas que se adaptem para permitir a sobrevivência das tripulações. O conceito voos de longo prazo com tripulação em animação suspensa suscita novas idéias sobre como armazenar, reciclar ou produzir de novo o oxigênio gasoso, tão necessário à vida. Os animais têm mostrados que é possível sobreviver imersos em líquidos fluorocarboneto¹⁷⁴ que transportam oxigênio suficiente para sere absorvido pelos pulmões¹⁷⁵. É este o caminho para o futuro? Afinal de imersão de um astronauta no líquido também irá protege-lo dos perigos de acelerações extremas, por isso, se o líquido for realmente respirável e mais controlável do que o oxigênio gasoso e poderia ser uma vantagem incontestável. Todo o campo da investigação e prevenção de hipóxia se mostrou, certamente, como uma forma penosa para o ser humano conhecê-la e seria difícil haver progressos na mesma taxa a que assistimos nos últimos cem anos ou mais.

Pneumothorax espontâneo- seus efeitos em aeronautas embarcados (tripulações)

Segundo Shea (2003), o pneumotórax é caracterizado pela presença de ar na cavidade pleural. Pneumotórax espontâneo (*SP – Spontaneous Pneumothorax*) ocorre sem causa aparente e geralmente afeta tanto jovens saudáveis como pessoas com mais idade. Os jovens normalmente se enquadram em um perfil ao mesmo tempo altos e magros e a maioria é completamente saudável. Este perfil inclui a maioria do pessoal da aviação, e a de pilotos é especialmente vulnerável a episódios de pneumotórax. Os efeitos físicos de grande altitude pode agravar um pneumotórax existentes e pode até provocar um ataque em uma pessoa já predisposta. Vários métodos de tratamento estão disponíveis, variando de repouso à cirurgia torácica.

Pleurectomia parietal bilateral é o meio mais eficaz de prevenir a recorrência de ataques de *SP* e é recomendada para indivíduos afetados que desejam iniciar ou prosseguir uma carreira na aviação. O pneumotórax é definido como a presença de ar no espaço intra-pleural (HO,

¹⁷⁴ *Efeitos da Respiração Liquid Fluorocarbonetos sobre pressões pleurais e outros parâmetros fisiológicos. D.J. Sass et. al. E.U. Faculdade de Medicina da Aviação USAFS AM Technical Report TR-72-15. 1972.*

¹⁷⁵ *em 1966 Clark e Gollan (CLARK, L., et al. 1966) inundaram pulmões de ratos e gatos com perfluorocarbono e verificaram que estes animais eram capazes de respirar emmeio líquido por até 20 horas e retornar com sucesso a respiração em arambiente, sendo este o marco inicial da ventilação líquida com perfluorocarbonos.*

1975), na área entre as pleuras visceral e parietal. A pleura visceral reveste o pulmão e a pleura parietal reveste a parede do tórax. Sob condições normais, os dois são mantidos em contacto estreito com pressão negativa intrapleural ¹⁷⁶ pela presença do líquido pleural (HLASTALA et al. 1996). O fenômeno conhecido como pneumotórax é dividido em três categorias: artificial, traumática e espontânea. Pneumotórax artificial refere-se ao histórico médico de tratamento para a tuberculose, e pneumotórax traumático é causado por trauma repentino no peito (ferimento por arma de fogo, acidente automobilístico, etc). Pneumotórax espontâneo ocorre tanto sem causa aparente ou pode ser causada por uma doença pulmonar preexistente.

Pneumotórax espontâneo é uma condição relativamente comum entre a população em geral e muitas vezes é considerado benigno, e em geral se cura automaticamente (GREEN et al. 1974). A taxa de ocorrência em *SP* é de 4,7 por 100.000/ por ano (HICKMAN et al. 1996). Entre outros grupos considerados de alto risco, ou seja, estudantes universitários e militares, as taxas de incidência pode ser tão alta quanto 47 por 100.000 (GREEN et al. 1974). Voge (1986) argumenta que um de cada 500 jovens tem um histórico de pneumotórax espontâneo. Estes números são provavelmente subestimados, no entanto, devido ao fato de que muitas vítimas não consultam um médico porque seus sintomas não são de tal gravidade que necessitem buscar atenção médica. Embora *SPs* se curem automaticamente, sem tratamento, o retorno da doença é provável. Após o primeiro ataque, a probabilidade de reincidência é tão alta quanto 30% e pode chegar a 80% após o terceiro ataque (HICKMAN et al. 1996). A maioria dos ataques *SP* (75%) ocorre durante períodos de atividade física leve ou durante o sono e parecem estar relacionados ao estresse (VOGE, 1986). Estudos sugerem que a atividade física extenuante não um aumento de susceptibilidade para o *SP* (HO, 1975).

A causa mais comum do pneumotórax espontâneo é a ruptura de uma bolha subpleural ou bula (*blister*) normalmente localizado no vértice do pulmão (HICKMAN et al. 1996). Estas bolhas são comuns entre a população em geral, e geralmente são encontradas em ambos os pulmões. Pacientes que apresentem bolhas tradicionalmente não têm história de doença pulmonar (VOGE, 1986) e não escolhe suas vítimas aleatoriamente. A predominância de *SP* em homens é esmagadora e afeta homens e mulheres. A faixa etária de pico é de 20 a 29 anos de idade e muitos estudos indicam suscetibilidade muito maior entre os fumantes, embora alguns estudos contestam esta afirmação. Os ingredientes nocivos da fumaça do tabaco podem

¹⁷⁶ resultado da acomodação da elasticidade do pulmão. (HLASTALA et al. 1996).

provocar irritação da pleura e por conseguinte, aumentar a probabilidade de uma ruptura ou fissura na membrana pleural.

A razão para a alta incidência de pneumotórax espontâneo entre os homens altos não é completamente compreendida. No entanto, muitos sentem que a morfologia e fisiologia dos homens altos têm um defeito na sua estrutura que se manifesta por uma cavidade torácica alongada do pulmão. Essa estrutura torna o ápice do pulmão mais vulnerável ao estresse gravitacional pode causar a formação de uma bolha e o subsequente colapso espontâneo do pulmão conforme registra este autor. Além da estrutura corporal, outros fatores de risco para o desenvolvimento de SP são a doença pulmonar preexistente, a presença de bolhas subpleurais, e tosse (LEWIS, 1999). Ao avaliar pacientes que relatam dor no peito deve-se sempre considerar SP se estes pacientes são altos, magros, homens jovens com uma história tabágica positiva (VOGE et al. 1986).

Pneumotórax espontâneo não está associada com a febre. O pneumotórax pode ser grave e fatal em até 10% dos casos, enquanto que 7% dos pacientes não apresentam quaisquer sintomas. Em vítimas jovens e saudáveis, até mesmo o colapso total do pulmão podem não produzir sintomas graves. Mesmo com pneumotórax bilateral simultâneo, o paciente pode ser assintomático, ou pode ser tão grave causando a morte súbita (GREEN, 1974). Pacientes com relato dos sintomas acima são freqüentemente diagnosticados como sofrendo de gripe, infecção respiratória superior aguda, ou infarto do miocárdio (VOGE, 1986). A confirmação do pneumotórax é feita através de uma radiografia de tórax (LEWIS, 1999). Em muitos casos de SP não tratado, uma forte dor diminui que dentro de dias e igualmente todos os sintomas desaparecem antes mesmo da reexpansão completa do pulmão onde ocorreu o problema. Reexpansão total em menos de duas semanas é rara. Pneumotórax espontâneo é uma preocupação para a comunidade da aviação, pois pode causar SP súbito e uma total incapacidade em um tripulante.

Embora a maioria dos casos não são relatados como debilitante, a dor torácica súbita e a dispnéia podem ser severamente mascarados. Além disso, a hipóxia associada ao pneumotórax pode agravar ainda mais os efeitos existentes com a altitude (VOGE, 1986). A comunidade da aviação, nas forças armadas em particular, são mais suscetíveis à incidência de SP do que a população em geral, pois o mundo da aviação é composta principalmente de homens jovens e saudáveis (HICKMAN et al. 1996). Além disso, é a hipótese de que a respiração pressurizada de oxigênio, e ainda agravado por G-LOC pode tornar os pulmões mais suscetíveis a uma SP (VOGE, 1986). Um pneumotórax irá piorar com a diminuição da

pressão ambiente, como acontece em altitude. A Lei de Boyle ¹⁷⁷ diz que o volume de ar aumenta à medida que diminui a pressão do ambiente circundante. Portanto, o gás aprisionado no espaço pleural irá expandir-se com a altitude causando uma compressão ainda maior do pulmão e com a diminuição da saturação de O₂ (HO, 1975). Por esta razão, a continuação do voo, depois de sofrer uma SP é extremamente perigosa (VOGE, 1986). Alguns estudos também indicam que a diminuição da pressão atmosférica pode precipitar um ataque em um indivíduo predisposto (apresentando bolhas sobre ou perto do ápice do pulmão) (HICKMAN, 1996). Pequenas bolhas e bolhas apicais aumentam significativamente de tamanho, quando o paciente é submetido a diminuição da pressão atmosférica em uma câmara hipobárica (GREEN, 1974). Este fenômeno é explicado pela Lei de Boyle e só se aplica quando o ar aprisionado no interior da bolha é isolado. Se a bolha é suficientemente ligada à árvore traqueobrônquica, uma mudança repentina na pressão atmosférica não será um problema. Só se a bolsa de ar isolada se romper quando exposta a uma diminuição na pressão atmosférica e, assim, causar um pneumotórax (FUCHS, 1967). Vemos um câmara hipobárica na figura 59. Embora o ser humano durante um vôo, teoricamente, seja mais suscetível de apresentar um pneumotórax, os dados não necessariamente demonstram isto. Um estudo realizado por Voge e Antracite em 1986 relatou que apenas 12% dos pneumotoraxes em tripulações ocorreram durante o vôo ou em uma cabine de pilotagem (*cockpit*).



Figura 59- Uma câmara hipobárica, que tem a função de diminuir a pressão atmosférica.
Fonte: E.U. Naval Air Development Centre,(2008)

¹⁷⁷ A Lei de Boyle-Mariotte: “À temperatura constante, um aumento de pressão favorece a contração de volume” “O aumento da pressão sobre um sistema em equilíbrio faz que o equilíbrio desloque-se, ou seja, o equilíbrio desloca-se para o lado de menor volume. Já a diminuição da pressão sobre um sistema em equilíbrio faz que o equilíbrio se desloque no sentido da expansão volumétrica ou seja, o equilíbrio desloca-se para o lado de maior volume”.

No entanto, muitos acidentes com aeronaves são rotulados como causa indeterminada ou erro humano. É impossível saber se o SP pode ter desempenhado um papel em pilotos militares e civis em acidentes aéreos fatais. Por esta razão, as tripulações treinadas que sofrem a SP deve permanecer em terra até que tenham recebido um tratamento adequado (HICKMAN et al. 1996). A complicação mais significativa associada com o pneumotórax é a alta incidência de recorrência. A taxa de reincidência, sem tratamento situa-se entre 7 a 33% (no mesmo lado dos pulmões) e 10-20% para o lado oposto ou não afetado (GREEN et al. 1974). A maioria dos SPs retornam no primeiro ano. No entanto, o problema pode reaparecer muitos anos mais tarde (HICKMAN et al. 1996). O tratamento médico para pneumotórax espontâneo pode ser conservador ou cirúrgico, dependendo do grau de colapso e do nível do paciente e do sofrimento (LEWIS, 1999). A cirurgia é geralmente necessária quando o pulmão não reexpande após 3-10 dias ou se o pneumotórax for bilateral. A cirurgia é frequentemente utilizada para o tratamento de uma prevalência de SP. Não há consenso quanto ao tratamento conservador ou cirúrgico se é melhor para pessoas que não são da aviação, mas a cirurgia é a única opção para as tripulações que desejam continuar em serviço (VOGE, 1986).

A terapia conservadora é considerada inaceitável na comunidade da aviação.^{178 179}. Pneumotórax espontâneo repetitivo é atualmente um desqualificador de um certificado de piloto¹⁸⁰ no Brasil. Por causa dos riscos associados à operação de alta velocidade, com um único piloto da aeronave as orientações relativas SP militares e o sucesso do pleurectomia também aparece de forma satisfatória eliminar o perigo de SP em vôo. Os pilotos militares e civis, cientes desta condição relativamente comum, devem procurar atendimento médico

¹⁷⁸ Shea (2003) registra que a pleurodese pode ser feita mecanicamente ou quimicamente. Muitos preferem pleurodese mecânica porque é menos dolorosa e mais eficaz. Tem também uma diminuição da taxa de complicações. A pleurodese química envolve a inserção de uma substância estranha na cavidade pleural, o que provoca o efeito desejado

¹⁷⁹ Durante a década de 1980, no entanto, algumas instituições da aviação, como a British Royal Air Force utilizaram a pleurodese química com nitrato de prata como alternativa para um tratamento cirúrgico para SP, porque é menos invasivo que as alternativas cirúrgicas (HOPKIRK et al. 1983). Como medida preventiva, o procedimento deve ser feito a nível bilateral, uma vez que a taxa de recorrência contralateral 10-20% é considerado inaceitável na aviação militar

¹⁸⁰ O Artigo 67.35 do RBHA67 (Brasil) que trata Problemas Pneumológicos (para NÃO certificação de pilotos) registra: (a) O inspecionando não deve ter antecedentes clínicos comprovados ou diagnóstico clínico de: - Afecção aguda dos pulmões, das pleuras e de outros órgãos intratorácicos. -Doença pulmonar crônica; -Asma brônquica; -Evidências de hipertensão pulmonar; -Antecedentes de pneumotórax de repetição e/ou presença de patologia que, a critério do especialista, possa provocá-lo (RBHA 67- inspeção de saúde e certificado de capacidade física- aprovado pela portaria 744/DGAC, 12 /11/ 1999)

imediatamente no caso de um episódio de SP. Eles também devem reconhecer o risco de subida com uma condição SP existentes (VOGE, 1986)¹⁸¹.

3.5.6 *Desordens ginecológicas*

Acontecem distúrbios ginecológicos com efeito sobre a capacidade de voar. Em 1784 Elizabeth Thible subiu em Lyon, na França em um balão Montgolfier (figura 60) e conhecia provavelmente a opinião geral, na época, que a aviação era uma atividade masculina^{182 / 183}. A ciência da aviação evoluiu e muitas das realizações pioneiras da aviação feminina tem sido encarada com ceticismo, desprezo e ridiculariedade. Os homens têm inventado muitas razões que refletem um desconhecimento da anatomia feminina, fisiologia e psicologia para afastar as mulheres de uma participação mais ativa na aviação. Entretanto, centenas de mulheres se destacaram na aviação. Um muito conhecida na aviação, a piloto norte americana Amélia Earhart¹⁸⁴.

¹⁸¹ Os resultados de uma má decisão pode ser fatal, não só para o tripulante, mas para muitas pessoas dentro e fora da aeronave. (opinião pessoal)

¹⁸² Uma breve introdução à história das mulheres na aviação de CART C. J.- Brooks. Deputy Chief DCIEM, Canada. Conference No 491. 1990.

¹⁸³ E em muitos aspectos, uma visão que ainda hoje permanece (opinião pessoal)

¹⁸⁴ Torna-se a primeira mulher (e segunda pessoa) a voar sozinha sobre o Oceano Atlântico em seu Lockheed Vega e a primeira pessoa a cruzar o Atlântico por duas vezes pelo ar. Bate recorde de mulheres para o mais rápido vôo sem escalas transcontinental (Los Angeles, Califórnia, para Newark, Nova Jersey) em 19 horas e 5 minutos (ago.). É condecorado com a Cruz Army Air Corps Distinguished Flying. Torna-se o segundo piloto britânico a receber honorário membro do British Guild of Airpilots e Navigators. Ganha a Medalha de Ouro da National Geographic Society, apresentada pelo presidente Herbert Hoover. Recebe o título de membro honorário da Associação Nacional de Aeronáutica. Ganha o Troféu Harmon como Mulher Piloto da América (Airwoman América)



Figuras 60- O balão de Elizabeth Thible, a pioneira
 Fonte: Brooks. Deputy Chief DCIEM, Canada.(2001)

Ainda hoje há muito do mito que a aviação é dominada pelos homens para impedir que as mulheres desempenhem um papel mais ativo na aviação militar. Felizmente, mesmo este último bastião da dominação masculina no setor da aviação está agora em ruínas como evidenciado pelas forças da OTAN que tem mais de 1000 pilotos militares do sexo feminino e permite a algumas delas voar em missões de combate ativo¹⁸⁵.

No Brasil, as mulheres estão conquistando cada vez mais espaço na Força Aérea Brasileira (FAB) em atividades até então consideradas exclusivas dos homens. O exemplo mais recente veio com a decisão da Aeronáutica de aceitar candidatas para o curso de formação de pilotos da Academia da Força Aérea. A medida dará a oportunidade para milhares de jovens brasileiras realizarem o sonho de pilotar aviões militares. Isto já está sendo realizado no ITA (Instituto tecnológico da Aeronáutica) onde as mulheres fazem o curso de engenharia de ensaios em vôo do Centro Técnico Aeroespacial (CTA). O curso, além de ser único na América Latina, está entre os quatro melhores do mundo, sendo que em nível de exigência é considerado o melhor ao lado do curso realizado na Inglaterra. A Aeronáutica foi a primeira força armada brasileira a admitir mulheres para a formação de oficiais, a partir de 1981. Atualmente existem 2.492 mulheres em serviço ativo na Aeronáutica, sendo 1.433 oficiais e

¹⁸⁵ *Recrutamento, Seleção, Treinamento e Operações Militares de mulheres na aviação. Relatório produzido por NATO Advisory Group for Aerospace Research and Development. Conference 491. Tours, França, abr. de 1990.*

as demais 1.059 são sargentos. Deste total, 56 mulheres já chegaram ao posto de major, 280 no de capitão e 480 na de primeiro sargento.

Em 2008 as mulheres também ganharam autorização para participar do curso de formação de sargentos da Aeronáutica, podendo concorrer às vagas em especialidades como controle de tráfego aéreo, eletrônica, meteorologia, administração, cartografia, desenho, enfermagem, entre outras. As mulheres que concluírem o curso de oficiais aviadores na Academia da Força Aérea, em Pirassununga (SP), poderão chegar ao mais alto posto da hierarquia da FAB, que é o de tenente-brigadeiro. A Aeronáutica autorizou a abertura de 20 vagas para serem disputadas pelas mulheres. Em 1999, 17 cadetes mulheres já haviam concluído o curso de intendência da Academia de Força Aérea (AFA), que forma oficiais da Aeronáutica, com a duração de quatro anos. Apesar de ser diferente para os homens em muitos aspectos, não há diferença intersexual que torna as mulheres inerentemente menos capazes de participar em atividades da aviação que os homens. Existem condições médicas específicas para as mulheres que podem torná-las temporariamente ou permanentemente não habilitadas para voar e que podem torná-las menos adequadas para funções específicas dentro da indústria da aviação. Nenhuma dessas razões no entanto pode fazer a fêmea da nossa espécie inatamente imprópria para a aviação.

O conceito que a mulher é imprópria para a aviação está sendo gradualmente desmontado há décadas. A Integração das mulheres na formação e tripulantes da Marinha dos Estados Unidos. A mulher talvez devesse chamar nossa atenção para o fato de a maioria de aviadores do sexo masculino são também longe de serem os melhores. Algumas das condições fisiológicas e patológicas que são exclusivas das mulheres são sempre discutidas em relação a seus efeitos potenciais negativos sobre a aptidão de voar. Esta característica refere-se à tripulação funções principalmente como um piloto, mas também pode aplicar-se a navegadores, engenheiros de vôo e outras ocupações peculiares aos militares como carregadores de bagagem e operadores de dispositivos eletrônicos. Avaliação de aptidão para voar não inclui ter cargos como assistente de bordo ou comissários de bordo. Uma condição usualmente discutida é a susceptibilidade que torna uma mulher imprópria para voar é a atitude perante um risco significativo ou a incapacitação súbita especialmente devido à dor intensa ou o colapso de um sistema de órgãos essenciais, incômodo, distúrbios, ou distração suficiente para interferir com a condução segura do vôo ou mesmo uma perigosa alteração da função mental resultando em eficácia reduzida em vôo. Outras questões comumente discutidas mas quase sempre repletas de preconceitos tais como menor tamanho médio (verdadeiro) em média, menos força física (verdadeiro), menos de inteligência para

assuntos técnicos (falso), personalidade diferentes (discutível), distração potencial de colegas do sexo masculino (verdadeiro), redução da capacidade inata de voar (falso), e maior instabilidade emocional (discutível) e têm sido abordadas formal e informalmente em um momento ou outro, como razões inconsequentes e desumanas para excluir as mulheres da aviação.

Apesar de menor dimensão e menos força pode tornar difícil para algumas mulheres para realizar algumas das funções tripulação mais exigente fisicamente este irá ser gradualmente superadas com o tempo, devido às adaptações ergonômicas tanto mulheres como para homens em seus postos de trabalho. Vários estudos têm rejeitado os mitos que as mulheres são inferiores aos homens na aviação relacionadas com funções cognitivas e psicomotoras. Embora se possa argumentar que as mulheres reagem ao estresse de maneira diferente que os homens também poderia ser argumentado que, a mulher em geral é mais produtiva do que um homem. Enquanto as mulheres podem, em geral, têm traços de personalidade diferentes dos homens não há nenhuma razão que deveria impedi-la de aviação. Da mesma forma, em muitas forças armadas de todo o mundo explodiu (muitas vezes literalmente) o mito de que o sistema psíquico feminino não é adequado para missões de combate ativo. Embora ninguém diria que uma mulher, especialmente uma mulher atraente, é uma distração potencial para um colega do sexo masculino, é estranho que isso tenha sido seriamente apresentado como desculpa para excluir as mulheres dos direitos de pilotagem. As condições clínicas e fisiológicas que serão discutidos estão listadas adiante. Entre estas, provavelmente constitui 99% de uma prática de rotina ginecológicas:

- a. Doenças hereditárias: ausência ou duplicação de órgãos,
- b. Fertilidade e Infertilidade: Anticoncepção; Infertilidade,
- c. Menstruação e disfunções menstruais,
- d. Gravidez,
- e. Infecções,
- f. Deslocamento de órgãos,
- g. Tumores.

Problemas ginecológicos hereditários como a ausência ou duplicação de órgãos não são comuns. Uma duplicação congênita ou ausência de partes do trato genital feminino não torna a mulher imprópria para a aviação. As anomalias associadas do trato renal pode levar à

dificuldade de controlar a incontinência urinária que pode limitar a profundidade da aviação aberta para uma mulher.

A presença de uma anomalia hereditária ginecológica não deve, como regra, impedir as mulheres de voarem e cada caso deve ser avaliado individualmente para determinar se a condição é susceptível de interferir com o exercício seguro da condução e avaliação¹⁸⁶ / ¹⁸⁷/¹⁸⁸. O relatório gerado pela North Atlantic Tactical Organization (NATO) para o Advisory Group for Aerospace Research and Development n.º 491 em Tours na França em abril de 1990 cita que tratamentos hormonais para a infertilidade podem repercutir na condição de vôo de uma mulher, se os resultados de medicação provocar alterações impactantes no humor ou na personalidade que possam afetar a capacidade de tarefas em vôo¹⁸⁹. Estes casos raros devem ser revistos numa base individual.

McDonald (1987) registra que o uso da pílula anticoncepcional oral tem sido associada com um aumento na incidência de trombose vascular, trombo-embolia, acidente vascular cerebral, adenomata hepática, doença biliar e hipertensão. O risco de complicações vasculares é aumentada se a mulher tomar a pílula também é um fumante. Este autor afirma que embora não existam disponíveis todas as estatísticas sobre a incidência de complicações vasculares, entre tripulações femininas, o número pode ser um pouco maior em mulheres que tomam medicação OCP, mas também este ligeiro aumento seria ofuscado pelo risco de problemas relacionados ao tabagismo.

Na ausência de efeitos colaterais ou reações ao uso de medicação, em nenhuma maneira uma mulher deve parar de voar. Tal como acontece com montanhistas femininas, a tentativa de educar os pilotos do sexo feminino sobre os riscos vasculares da contracepção oral é aconselhado a cessação de fumar (para ambos os sexos). As mulheres que sofreram efeitos adversos de medicamentos devem ser apreciadas numa base individual (IGLESIAS, 1980). Embora não existam dados é difícil imaginar como qualquer outra forma de contracepção, na ausência de complicações, poderia interferir com a aptidão de uma mulher para fazer seu trabalho em aeronaves (exceto talvez o método de saída de emergência se praticada durante o vôo).

¹⁸⁶ *Discutido no que diz respeito aos distúrbios menstruais no Capítulo 7, Ginecologia e Obstetrícia, do Manual de TCAO Civil Aviation Medicine, Segunda Edição, 1985.*

¹⁸⁷ *Em minha experiência como piloto tenho visto o que o ser masculino de nossa espécie também é altamente suscetível de desordens fisiológicas, de doenças adquiridas e de problemas mentais que podem impedi-lo momentaneamente ou permanentemente de voar (comentário pessoal).*

¹⁸⁸ *O fato de uma mulher ser infértil, na ausência de outros problemas, não tem efeito em sua aptidão para voar*

¹⁸⁹ *É fácil constatar que o problema de medicamentos que afetam o humor e personalidade que alteram a destreza e capacidade de vôo acontece também no homem (comentário pessoal).*

O período menstrual normal, cíclico, de forma alguma poderia prejudicar a aptidão de uma mulher a voar. Embora em conversas informais, geralmente embriagados, os tripulantes militares do sexo masculino ocasionalmente abordam os potenciais efeitos de alta-G em mulheres menstruadas e efetivamente não há provas de todas as conseqüências, como a necessidade de higiene das mulheres voando durante este período. Há, no entanto, o potencial para uma história complicada menstrual anormal. Enquanto a maioria dos casos de tensão pré-menstrual são brandos, a mulher ocasionalmente, encontram uma síndrome debilitante segundo Iglesias (1980). E prossegue que a tensão pré-menstrual grave pode estar associada a dores na região inferior do abdome, costas e peito, dores de cabeça, ganho de peso e alterações graves de personalidade ou de humor. Qualquer destes sintomas pode fazer uma mulher incapaz de voar durante o período pré-menstrual. Tais sintomas graves, se não responderem a um tratamento e se são suscetíveis de haver interferência em sua condução segura na execução de suas tarefas de vôo, provavelmente deve fazer uma mulher temporária ou definitivamente inapta para voar.

Uma mulher cujos sintomas sejam bem definidos e previsíveis e que é responsável e inteligente poderia justamente argumentar que ela não deve ser permanentemente impedida de voar, já que ela é capaz de se voluntariamente permanecer em terra durante o período pré-menstrual. O ciclo menstrual nas mulheres dura cerca de 28 dias. Dois ou três dias antes da menstruação, a queda no nível de hormônio provoca irritabilidade, tensão e depressão em 25 a 35% das mulheres, sendo que 10% apresentam fortes dores, incapacitantes para o trabalho. Este quadro é conhecido como tensão pré-menstrual. Diversos estudos relacionam atividades físicas pesadas com desorganizações do ciclo menstrual. Isto ocorre, por exemplo, com as atletas em períodos de competição. Estudos com atletas de alto desempenho reportam queda no desempenho no período pré-menstrual e durante a menstruação (SANTOS et al., 2002).

Estudos preliminares apontam clara relação entre o ciclo menstrual e as ocorrências de Doença da Descompressão. Outros estudos, relacionados à tolerância à força +G e à ocorrência de hipóxia não encontraram diferenças significativas (WATERMAN, 2001). Os contraceptivos orais, além da atribuição primária de prevenir a gravidez, possuem diversos benefícios adicionais, como regularização do ciclo menstrual, redução do fluxo, das dores abdominais e mamárias, dos riscos de anemia, endometriose e inflamação pélvica, dentre outros. Por outro lado, potencializa o risco de problemas cardiovasculares e circulatórios. Apesar disso, diversas forças aéreas consideram o risco aceitável. No entanto, interrupções periódicas são requeridas, de forma a minimizar esses riscos (WILSON, 2005).

Quanto à gravidez, existe consenso sobre o afastamento do vôo durante todo o período da gravidez. Considerando-se ainda o período de licença maternidade e aleitamento, pode-se estimar um período de indisponibilidade para a atividade aérea compreendido entre treze e quinze meses. Essa interrupção acarretará considerável prejuízo ao condicionamento físico e à progressão operacional. É de se esperar, ainda, um aumento do absenteísmo e a necessidade de flexibilização na rotina de trabalho, requerendo adaptações por parte das Unidades Aéreas (KEEGAN, 1999).

Cabe ressaltar que, para o piloto de caça, quedas nos níveis de motivação e agressividade concorrem para o afastamento precoce da atividade. Segundo Dejours (1992), quando um investimento mais importante aparece na vida familiar quando eclode um conflito entre a vida profissional e o engajamento familiar, que muitas vezes termina num questionamento da atividade profissional. Para esse autor, a menor queda da motivação, no entusiasmo ou na agressividade pode comprometer a qualidade da tarefa.

Santos (2006) registra que diversos estudos apontam a maior incidência de aerocinetose¹⁹⁰ em mulheres, na proporção de 5 para 3 em relação aos homens. Essa proporção pode ser agravada pelo uso de contraceptivos e menstruação. Embora a adaptação sensorial seja um importante fator na seleção de pilotos para a aviação de caça no Brasil, a incidência de aerocinetose tende a diminuir com o aumento da experiência de vôo (Wilson, 2005).

McDonald (1987) defende que existe lógica em apoiar uma licença civil privada mas existe inflexibilidade na aviação comercial ou militar e torna-se imprópria e impraticável¹⁹¹. A maioria das mulheres que sofrem dores no ciclo apenas podem manifestar o problema como um simples incômodo. Ocasionalmente, a dor pode ser mais grave levando a agravamentos regulares conduzindo à incapacitação. Podemos aplicar a lógica semelhante ao caso de mittelshmerz¹⁹² como para a tensão pré-menstrual e avaliar cada caso individualmente. Este autor registra que a dismenorréia, amenorréia, menorragia¹⁹³, sangramento uterino

¹⁹⁰ **Aerocinetose:** resposta fisiológica a um estímulo sensorial relacionado ao vôo, real ou aparente, conflitante com os padrões armazenados no cérebro, caracterizada por enjôo, vômito, palidez, sudorese, cefaléia, apatia e prostração. (Mal do Ar)- Doença cinética ou cinetose, é resultante de uma crise neurovegetativa complexa, oriunda do movimento da aeronave, desencadeada pela hipersensibilidade vestibular, agravada por instabilidade neurovegetativa e uma predisposição psíquica (TEMPORAL, 2005, p.253).

¹⁹¹ Podemos ampliar nossa visão para a maioria dos campos de trabalho onde a exigência fria da sociedade encara a menstruação normalmente como fato corriqueiro e exige que seja administrada pela própria mulher sem redução de suas cargas de trabalho (opinião pessoal).

¹⁹² **Mittelshmerz:** Dor da ovulação. Dor abdominal que ocorre no período da ovulação, resultante da irritação do peritônio pelo sangue do local da ovulação. (ZURAWSKI, 2008).

¹⁹³ **Amenorreia** significa ausência de menstruação, **Menorragia**, também chamada de hipermenorréia, é um período menstrual anormalmente carregado e prolongado em intervalos regulares. As causas podem ser devido a coagulação sanguínea anormal, interrupção da regulação dos hormônios ou distúrbios do revestimento endometrial do útero. Dependendo da causa, pode ser associado com menstruações dolorosas

disfuncional e todos devem ser avaliados por seus méritos individuais¹⁹⁴. É difícil imaginar uma mulher que esteja motivada a desempenhar uma tarefa complexa e crítica como pilotar uma aeronave de combate com uma menorragia grave. Da mesma forma, hemorragia uterina disfuncional, diagnosticado somente após a exclusão de outras patologias endócrinas terá de ser apreciada no mérito individual (IGLESIAS, 1980). A endometriose¹⁹⁵ pode ser uma doença grave e incapacitante conduzindo inquestionavelmente a uma situação imprópria para voar. Esta doença apresenta um elemento de incerteza em que a endometriose leve pode progredir para sintomas severos sem aviso prévio e casos tratados da mesma forma podem surgir repentinamente. Cada caso deve ser considerado individualmente (IGLESIAS, 1980).

A gravidez e a mulher no voo

A gravidez não é, certamente, um distúrbio ginecológico e é um caso peculiar às mulheres e traz consigo neste período, o risco da redução da capacidade de desempenhar funções de voo. As alterações fisiológicas da gravidez que podem interferir com a operação segura da aeronave, segundo Iglesias (1980), são as seguintes:

- a. Náuseas e vômitos da gravidez precoce ocorrem em 30% de todas as gestações, e pode causar desidratação e desnutrição;
- b. Aproximadamente 15% dos embriões irão abortar no primeiro trimestre;
- c. O débito cardíaco aumenta no início da gravidez, acompanhado por um aumento no volume sistólico, da frequência cardíaca e do volume plasmático;

*que é a **Dismenorreia**, também conhecida como cólica menstrual. É uma dor pélvica que ocorre antes ou durante o período menstrual, que afeta cerca de 50% das mulheres em idade fértil. (IGLESIAS, 1980).*

¹⁹⁴ ***Dismenorreia** ou a dor com a menstruação, pode ser leve, moderada ou severa e ambos respondem ao tratamento ou não. **Dismenorreia** leve ou moderada, principalmente se responsivos ao tratamento não precisa interferir com o estatuto de voo de uma mulher. A **dismenorreia** grave deve ser considerada numa base individual e pode ser causa suficiente para aconselhar uma mulher como imprópria para voar. Amenorreia, em si, não é motivo para a desqualificação, embora a causa mais comum de amenorreia, a gravidez, pode muito bem ser determinante para desqualificação. A gravidade da menorragia irá determinar se a mulher deve ser desqualificador para voar (ABRÃO, 2006).*

¹⁹⁵ *A **endometriose** ocorre quando o endométrio, ou seja, o tecido que reveste a cavidade uterina, implanta-se fora do útero. Trata-se de uma doença estudada há muito tempo. As primeiras teorias sobre o assunto têm mais de cem anos. Cogita-se que quando a mulher menstrua - e a menstruação nada mais é do que a eliminação do endométrio (ABRÃO, 2006)*

- d. Hemoglobina e hematócritos, começam a cair entre o terceiro eo quinto mês e é mais baixa no oitavo mês de gravidez;
- e. Uma dieta adequada e complementar de ferro e ácido fólico são necessárias, mas auto-medicação e medicação prescrita deve ser evitada;
- f. A incidência de varizes venosa é três vezes maior em mulheres que em homens e a trombose venosa profunda e embolia pulmonar estão entre as mais comuns doenças vasculares graves que ocorrem durante a gravidez;
- g. O útero comprime e obstrui o fluxo através da veia cava;
- h. Ocorrendo o progressivo crescimento do feto a placenta, o útero, as mamas a necessidade de desses órgãos, leva a um aumento da demanda de oxigênio;
- i. Ocorre um aumento do volume de sangue e oxigênio que exige produzir um aumento progressivo da carga de trabalho no coração e nos pulmões;
- j. As alterações hormonais afetam a função pulmonar, reduzindo o limiar do centro respiratório ao dióxido de carbono, de forma a influenciar a taxa respiratória;
- k. A fim de superar a pressão sobre o diafragma, o maior esforço de respiração e hiperventilação leva a uma maior consciência da respiração e eventual maior consumo de oxigênio;
- l. Os efeitos da hipóxia na maior altitude aumenta ainda mais a ventilação necessária para fornecer o aumento da demanda de oxigênio em todos os tecidos.

Iglesias (1980) afirma que o primeiro trimestre da gravidez expõe a mulher ao risco de aborto espontâneo precoce, vômitos ou hiperemese gravídica¹⁹⁶, e alterações cardiovasculares mencionadas anteriormente. A Gravidez ectópica¹⁸⁴ pode também se apresentar durante este período de tempo. Cada uma dessas condições tem um potencial para causar incapacidade súbita em um piloto do sexo feminino e são de frequência suficiente para deixar uma mulher, no primeiro trimestre da gravidez, imprópria para voar. O terceiro trimestre da gravidez

¹⁹⁶ hiperemese gravídica são vômitos excessivos na gestação. Gestações ectópica são as que ocorrem fora da cavidade endometrial.

envolve substanciais mudanças somáticas, o alargamento abdominal mais visível. Este período também traz o risco de parto prematuro. A combinação destes fatores faz com que uma mulher grávida fique também não própria para voar.

Aspectos médicos e fisiológicos da gravidez e o vôo

Autores com McDonald (1987) e Iglesias (1980) afirmam que embora possa ser também que a mulher esteja apta a voar durante o segundo trimestre, os riscos e a incerteza de possíveis datas deveriam deixá-la da qualificação durante uma gravidez e que seu estado de vôo só deve ser devolvido depois de um exame médico após a conclusão, com sucesso ou não, de sua gravidez. Uma consideração está relacionada à incidência de dano fetal ou aborto espontâneo induzido pelo ambiente de vôo. Um feto no primeiro trimestre sofre muito da organogênese e diferenciação, que é tão sensível às influências externas nocivas, tais como radiação e toxinas químicas.

O potencial teórico para os rigores do ambiente de vôo para causar um aumento da incidência de malformações fetais ou abortos espontâneos em tripulações femininas. A pesquisa limitada disponível tende a considerar que no vôo as mulheres podem sofrer um aumento de aborto espontâneo.

Há um aumento da incidência de aborto espontâneo passado, entre grávidas conissárias de bordo, mas isto pode ser devido a um viés de seleção em uma gravidez anterior bem sucedida. Infecções ginecológicas, como bartolinite, vaginite, cervicite, doença inflamatória pélvica e não tem necessariamente de excluir uma mulher de voar. O desconforto associado a cada um dos acima pode causar a suspensão temporária da auto vôo.

Uma vez tratadas adequadamente nenhuma destas condições deve desqualificar uma mulher de direitos de vôo. Uma doença inflamatória pélvica descontrolada grave, pode causar incapacidade suficiente para se determinar um prazo ou desqualificação permanente de voar por motivos médicos.

Por outro lado, a possibilidade de imprevisível AIDS neurológico deve excluir todos os indivíduos HIV positivo, masculino ou feminino, do estatuto de tripulação e deveria ser aplicável a todos os tripulantes, e não apenas os pilotos e navegadores. Qualquer aviador que se apresenta com alguma doença venérea também deve ter o seu estado serológico determinado¹⁹⁷. Flexão uterina ou a versão não deverá ter qualquer influência sobre a aptidão

¹⁹⁷ *Problemas ginecológicos deslocamento de órgãos como a retroversão uterina e retroflexão, prolapso uterino, cystocoele e retrocoele deve ser apreciado em seu mérito individual. Prolapso uterino de segundo e*

de uma mulher a voar. A incidência de Alto-G (vide pág 98) em pilotos militares ou civis de voo acrobático levanta questões interessantes no que diz respeito ao tratamento conservador de prolapso uterino. Ele foi seriamente considerado por alguns aviadores militares do sexo masculino que o alto-G das manobras táticas deixariam um útero normal prprio ao prolapso.

Embora não seja uma contra-indicação absoluta para voar os problemas associados à incontinência urinária de esforço pode vir a ser significativo o suficiente para causar inibição. Tal como acontece com os transtornos de deslocamento de órgãos ginecológicos incontinência muito raramente é um problema das mulheres jovens saudáveis. A incontinência descontrolada pode causar desconforto suficiente, vergonha e problemas de higiene para pedir a desqualificação. Parece improvável que uma mulher com esse grau de incontinência urinária iria querer continuar a voar de qualquer maneira.

Da mesma forma, existem outras doenças malignas, como carcinoma de célula escamosa da pele, que só divulgará em casos extremamente raros. É comum se recomendar que qualquer doença maligna deve desqualificar uma pessoa de voar é provavelmente a mais justa¹⁹⁸.

Normalmente cada caso é considerado pelo seu mérito. Fatores como tipo histológico, grau e estágio, o modo de tratamento, tempo de tratamento e estado geral de saúde que todos precisam ser muito favoráveis a um paciente com uma doença maligna como apto para voar. A maioria dos problemas ginecológicos não seria necessariamente causa para desqualificar um paciente de status tripulação ativa por motivos médicos.

Com exceção da gravidez e infecção pelo HIV, cada um distúrbio ginecológico deve ser considerado pelo seu mérito individual.

Cada caso deve ser avaliado para a probabilidade de causar incapacitação súbita, perigosamente alteração da função mental, irritação, a perturbação, ou distração suficiente para interferir com a condução segura das responsabilidades do voo, a restrição à livre circulação ou a utilização de equipamentos baseados em design ergonómico normal, ou

terceiro graus, bem como cystocoeles maior ou rectocoeles podem ser causas de suspensão temporária do voo, embora o problema seja corrigido. Tumores benignos ginecológicos como leiomyomata uterina (miomas) ou pólipos adenomatosos, em geral, não impede uma mulher de ser apta a voar. Pólipos grandes ou complicadas ou miomas podem desqualificar temporariamente uma mulher até que adequadamente tratada. O caso de malignidade não é tão clara. Por um lado, ovário, colo do útero, endométrio, vagina, tubas uterinas e carcinomas vulvares, bem como as sequelas malignas, todos têm o potencial de difusão e de recaída após o tratamento. Por outro lado, é possível que a maioria dos tumores malignos em um grau que a recidiva ou complicação é muito improvável (MCDONALD, 1987).

¹⁹⁸ *Pelo menos dois companheiros de voo já se trataram de câncer e após avaliação médica vol taram a voar recentemente (nota pessoa).*

qualquer inconveniente, resultando em eficácia reduzida em vôo. (IGLESIAS, 1980). No Brasil, existe uma abertura para retorno de pilotos acometidos e curados de câncer. o Regulamento Brasileiro Da Aviação Civil Rbac N° 67 artigo 67.75 registra (Requisitos oncológicos):

- a- O solicitante que sofre de uma enfermidade neoplásica de qualquer origem que, por sua natureza, órgão afetado, tipificação, histologia, comprometimento, complicações, manejo diagnóstico ou terapêutico (médico-cirúrgico, radioterapia ou quimioterapia), sequelas, ou presença de efeitos, diminua a capacidade psicofísica da pessoa, será considerado incapaz.
- b- Aeronavegantes que forem submetidos a cirurgia oncológica, de qualquer natureza, poderão realizar inspeção médica com critérios de inspeção inicial depois de três meses de operado, com o documento de alta hospitalar e/ou ambulatorial emitido pelo especialista.
- c- Aeronavegantes submetidos a cirurgias para retirada de tumores malignos cutâneos, com exceção para melanomas e suas variações e de tumores decorrentes da infecção pelo HIV, poderão realizar inspeção médica com critérios de revalidação antes do prazo de três meses, com o documento de alta ambulatorial emitido pelo especialista.
- d- Pilotos em tratamento com radioterapia, curativa ou adjuvante, deverão ser considerados incapazes enquanto durar o tratamento e só poderão retornar a realizar a inspeção, com critérios de inicial, com o documento de alta ambulatorial emitido pelo especialista.
- e- Pilotos em tratamento com quimioterapia citotóxica, curativa ou adjuvante, deverão ser considerados incapazes enquanto durar o tratamento e só poderão retornar a realizar a inspeção, com critérios de inicial, com o documento de alta ambulatorial emitido pelo especialista.

3.5.7 Os danos da qualidade inadequada do ar em aviões

Em 18 de dezembro de 2008, a Sociedade Paulista de Pneumologia e Tisiologia editou um alerta: sugerindo que qualidade do ar em aviões estaria sob suspeita. Diversos estudos realizados em todo o mundo apontam que a qualidade do ar nos aviões é preocupante e gera riscos à saúde. Aliás, essa má qualidade é considerada a principal causa problemas respiratórios e outros tipos de distúrbios para os passageiros.

A baixa umidade e a baixa temperatura

Um dos vilões da má qualidade do ar em aviões é a baixa umidade relativa do ar, pois em grandes altitudes o clima é muito seco. Além disso, em sua passagem pela turbina, o ar é aquecido a altas temperaturas e desidratado ainda mais. O grau de umidade relativa varia de acordo com o tipo de aeronave, duração do voo, número de passageiros a bordo e com a posição ao longo da cabine de passageiros, sendo mais alto próximo aos lavatórios e cozinhas de bordo. Tipicamente, a umidade do ar se situa entre 15% a 30%, um estado de atenção, nos grandes voos intercontinentais. A consequência é o ressecamento das mucosas, levando a irritação e inflamação local.

Os passageiros podem apresentar sintomas como sede, irritação ocular e nasal. Outro problema nas aeronaves é a baixa temperatura na cabine, já que o ar externo, em grandes altitudes, é muito frio - chega a -80°C . A baixa temperatura associada à baixa umidade relativa do ar diminui a imunidade, facilitando infecções locais como faringite, amigdalite, sinusite e pneumonia e, nas pessoas portadoras de doenças respiratórias, aumenta o risco de crises de asma, rinite e doença pulmonar obstrutiva crônica, alerta o dr. José Eduardo Delfini Cançado, presidente da Sociedade Paulista de Pneumologia e Tisiologia. “Portanto não devem ser utilizados diuréticos e bebidas alcoólicas, pois podem potencializar este efeito” (VINHAL, 2008).

A inadequação do ar em voo e a Hipoxemia

O principal problema relacionado, em voos, ao doente pulmonar é a Hipoxemia, o baixo teor de oxigênio no sangue. A pressão em uma cabine de avião simula níveis de oxigênio muito parecidos aos encontrados em altitudes que variam de 2.000 a 2.700 metros acima do

nível do mar ,ou seja, a oferta do gás é baixa, o ar é rarefeito. Desse modo, é de extrema importância medir a oxigenação do paciente quando for exposto a baixos níveis de oxigênio. Além disto, existe a característica do ar na cabine da aeronave ser mais seco ou mais frio e, das alterações de pressurização e despressurização nas aterrissagens e decolagens. Então temos menos oxigênio por ml do ar inalado. Os indivíduos com hipoxemia crônica hiperventilam ou têm de conviver com menor oferta de oxigênio e a conseqüente doença.

Ainda segundo a especialista, existe também o problema de distensão dos gases. Expandem-se os gases quando diminui a pressão atmosférica, e então podemos ter distensão dentro do intestino e estômago, aumentando o volume abdominal e dificultando a expansão torácica e mobilidade diafragmática. Não existe razão para que os indivíduos portadores de doenças respiratórias, como a asma, sejam desencorajados a viajar de avião. O mais relevante é a prevenção, tratando-se adequadamente o paciente para diminuir riscos. Em caso de viagens aéreas, deve-se sempre levar a medicação de manutenção e aquela orientada para uso em emergência. Para as pessoas portadoras de doenças respiratórias crônicas é fundamental a orientação de um pneumologista, pois durante o vôo os sintomas podem se agravar devido à baixa temperatura, à baixa umidade relativa do ar, e à oxigenação na altitude (VINHAL, 2008).

3.6 - Como se realiza a medicina aplicada na aviação

Os campos da medicina que se dedicam à manutenção da saúde, segurança e desempenho destes no setor da aviação e viagens espaciais. Medicina aeroespacial é a soma de medicina aeronáutica e espaço medicina - saúde em vôo dentro e fora da atmosfera da Terra. Medicina na aviação é o estudo dos efeitos biológicos e psicológicos da aviação. Áreas e aspectos importantes na aviação incluem a exposição a temperaturas mutação, grandes forças inerciais, privação de oxigênio e ar doença, bem como fadiga de pilotos. Patologias na aviação estão em foco, por exemplo, devido à propagação da doença através de viagens aéreas e os efeitos negativos da poluição sonora e atmosférica.

3.6.1 A Medicina aeroespacial no Brasil

A medicina aeroespacial (AM) é um ramo da medicina do trabalho que tem a especialidade médica com interação entre o ambiente da aviação e fisiologia humana, psicologia e patologia. Os fatores humanos são um aspecto muito importante da medicina aeronáutica.

Questões relacionadas com o exame como os ensaios e inspeção necessárias para a emissão de um certificado de habilitação física e mental para aeronavegantes. Examinadores designados são autorizados pelas autoridades aeronáuticas para proceder os exames em candidato a aviador e a emitir atestados médicos para a emissão positiva ou negar emissão de certificados relacionados a autorização de vôo . As conseqüências de uma negligência culposa ou de certificação, o que permitiria uma pessoa incompetente controlar uma aeronave pode ser uma ação perigosamente grave para o público, para o Governo e para o examinador. Se a análise for superficial e não conseguir desqualificar o examinado por uma razão que deveria ter sido descoberta no decurso de uma análise minuciosa e cuidadosa, um risco de segurança pode ser criado, bem como o examinador seria co-responsavel pelos resultados de tal ação.

Gallo (1996) relata que o Instituto de fisiologia Aeroespacial (IFISAL), Organização de Saúde do Ministério da Aeronáutica voltada para a Medicina Aeroespacial, foi criada como Nucleo pela Portaria COMGEP 004/CMDO de 16 FEV 93, em face da necessidade de existencia de um orgao setorial especifico, para suprir a demanda de modernização definida como importante area de atuação.

Suas origens históricas, dentro da Medicina de Aviação no Brasil, tem início em 1922, com a Formação Sanitária da Companhia de Aviação do Exército, no Campo dos Afonsos no Rio de Janeiro. Em seguida, na década de trinta, a Marinha do Brasil enviou oficiais médicos aos Estados Unidos para ser diplomados em suas escolas (School of Aviation Medicine em Nova York e no Naval Medical School na Florida).

Em 1931 surgiu o primeiro Núcleo de Seleção Médica dirigido para a aviação militar, introduzido pelo Exército com a Junta Médica de Aviação Militar. Também no Exército foi criado o pioneiro Curso de Medicina de Aviação, com a diplomação em 1935 da primeira turma de médicos especializados nessa atividade, estendendo sua atuação ao meio civil já em 1936, com a formação de três profissionais indicados pelo Departamento de Aeronáutica civil, subordinado ao Ministério de Viação e Obras Públicas. Em 1937, foi criado o Serviço Médico de Aviação Civil com a finalidade de selecionar e controlar o pessoal aeronavegante da atividade civil (comercial e turismo), tendo a sua frente médicos especializados do Exército. Da fusão dos Serviços Médicos da Marinha, do Exército e de Aviação Civil, originou-se então o Quadro de Saúde da Aeronáutica como produto da criação do Ministério da Aeronáutica em 1941. A partir desta data, a formação especializada em medicina de aviação teve lugar nos Órgãos de Saúde, então criados.

Gallo (1996) prossegue relatando que em 1972, com sede nas instalações da antiga Escola de Aeronáutica, foi criado o Centro de Especialização de Saúde da Aeronáutica (CESA), com a missão inicial de adaptar e formar o Oficial Médico para, posteriormente, exercer a especialização em Medicina Aeroespacial. Nesta época foi abolida a denominação Medicina de Aviação, passando a denominar-se Medicina Aeroespacial.

Em 17/Out/1977, o CESA foi transformado em Centro de Instrução Especializada da Aeronáutica (CIEAR), em função da necessidade de se formar outros profissionais liberais de interesse do Ministério da Aeronáutica. O CIEAR continuou com as mesmas missões do CESA, havendo, a partir desse momento significativo, incremento na Medicina Aeroespacial, especialmente na formação do Oficial Médico.

Em 1979 o treinamento fisiológico das equipes de combate da Força Aérea Brasileira foi implementado com a instalação, no CIEAR, de equipamentos para treinamento especial do aeronavegante, o que veio a valorizar a Medicina Aeroespacial. E a partir de 1988, o Curso de Especialização em Medicina Aeroespacial foi desvinculado do Curso de Adaptação, favorecendo a melhor especialização do Oficial Médico indicado para esta atividade.

Seguindo um princípio de aprimoramento da especialização, foi constatada a necessidade da existência de um órgão setorial específico para o trato de todos os assuntos relativos a

Medicina Aeroespacial, que tivesse, inclusive, maiores condições de expansão operacional, pois novos equipamentos já haviam sido adquiridos e ainda não tinham sido instalados. Sendo assim, seria bastante limitante que atividades de Medicina Aeroespacial desenvolvidas no CIEAR permanecessem nas mesmas condições como Subdivisão desse Centro.

Atualmente, o IFISAL, já implantado, constitui-se num elo importantíssimo dentro do Sistema Aeroespacial. Com novas instalações, mais amplas, para utilização dos equipamentos destinados a instrução e a prática dos aeronavegantes, foi possível, inclusive, realizar um objetivo ideal quanto à instalação localizando-o no Predio E-19 da Universidade da Força Aérea (UNIFA), dentro do Campo dos Afonsos no Rio de Jan., o IFISAL está próximo ao Hospital de Aeronáutica dos Afonsos (HAAF) o que facilitará sobremaneira o atendimento a possíveis emergências de saúde durante os treinamentos. E poderá também contar com um apoio de infra-estrutura para a manutenção operacional de seu sofisticado maquinário, devido a facilidade de acesso e proximidade de um aeródromo e de parque de manutenção aeronáutica.

Quanto a subordinação, o IFISAL obedece as normas do Sistema de Ensino da Aeronáutica, seguindo as diretrizes da Diretoria de Saúde, de forma a conseguir maior eficiência na assessoria especializada a Força como um todo, bem como no estabelecimento de diretrizes operacionais para o médico de pilotos militares e melhor integração aos escalões de atendimento do Sistema de Saúde. O IFISAL tem como missão, o estudo, a pesquisa, a especialização, o aperfeiçoamento, a instrução e o treinamento dos assuntos relativos à medicina aeroespacial, com enfoque permanente da Segurança de vôo, e ao estudo, a pesquisa, a especialização, o aperfeiçoamento, a instrução e a terapia em medicina hiperbárica.

A Medicina Aeroespacial no exterior

O Swedish Center for Human Factor in *Aviation* da Universidade de Lund (Suécia)¹⁹⁹ é um importante e mundialmente conceituado centro de estudos de medicina e psicologia na área da aviação. Dos trabalhos ali produzidos, citamos os registros de Wiegmann e Shappell na publicação *Human Error in Aviation – An Overview with Special Attention to Slips and*

¹⁹⁹ Neste país, entre outros, há uma especialização no campo da medicina denominada *Aeromedicina*. O termo *AEROMEDICINA* é definida como o campo de conhecimento humano relacionados à saúde que estuda os assuntos humano-tecnologia encarregados do vôo de aeronaves (pilotos, engenheiros de navegação e comissários de bordo), na análise de acidentes com aeronaves. (*THE INTERNATIONAL JOURNAL OF AVIATION PSYCHOLOGY*, 1998).

Lapses (2001) que apontam para os aspectos aeromédicos e psicosociais como fatores mais importantes que merecem atenção para a prevenção de acidentes e para aumentar a segurança com aeronaves, focando o piloto como componente causal.

A Federal Aviation Administration (FAA) dos EUA (1996) enfatiza que é problemático separar fatores contributivos e fatores causais (mais evidentes). Para alguns estudiosos este é um tema controvertido: para alguns, fadiga, estresse, fatores emocionais, nutrição inadequada e outros não são considerados causas evidentes, mas devem ser tratados como fatores contributivos. E desta maneira fica controverso afirmar que são evidências causais (WIEGMANN e SHAPPELL, 2001). Esta perspectiva foi fortalecida pela necessidade de estudos específicos em 1994, quando a National Transport Safety Board dos EUA, pela primeira vez, apontou para problemas de saúde do piloto, especialmente a fadiga como fatores determinantes da casualidade de acidentes com aeronaves. Outros modelos, mais recentes, têm valorizado os aspectos psicológicos. Variáveis, como personalidade (Evolution of CRM²⁰⁰ as Error Management, Lund University, 2005) tem sido avaliadas e sugerem que pilotos aceitam, veladamente, as situações de risco potenciais e latentes que são relacionadas com determinados comportamentos. O exemplo do modelo Freudiano descrito no *The International Journal Of Aviation Psychology* (2001) propõe que acidentes podem ser causados por necessidades inconscientes envolvendo aspectos de sexualidade (BRENNER, 1964 apud WIEGMANN e SHAPPELL, 2001).

Cerca de 21% dos acidentes na aviação reportados informalmente para o confidencial *Aviation Safety Reporting System* (ASRS) dos EUA sugerem fatores fisiopatológicos e psicosociais como contributivos. Cabe observar que os percentuais obtidos com a amostra selecionada em minha pesquisa citada na página anterior obteve 20% para este fator contributivo, robustecendo este fundamento.

3.6.2 A atuação da Medicina Aeroespacial e os agravos na saúde de aeronautas

Problemas de saúde física ou mental do piloto têm sido relatadas em aproximadamente 75% das perdas de aeronaves desde 1940 segundo os registros oficiais de acidentes com aeronaves dos principais órgãos oficiais de investigação e prevenção de acidentes em todo

²⁰⁰ CRM significa *Crew Resource Management*, atualmente *Corporate Resource Management*.

mundo como o National Transport Safety Board e a Federal Aviation Administration (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION) dos EUA e o CENIPA -Centro Nacional de Investigação e Prevenção de Acidentes do Brasil,. O caso de 1993 citado anteriormente foi o primeiro grande acidente em que os investigadores oficialmente reconheceram a fadiga como fator causal. A declaração do NATIONAL TRANSPORT SAFETY BOARD (1994) indicando a fadiga como a origem principal do acidente em Guantanamo mostrou que, finalmente, tinham se oficializado o fundamento da fadiga como causa direta e principal de acidente com aeronaves.

Documentar a presença de problemas correlacionados com a saúde física e mental em determinado momento, quantificar seus efeitos e avaliar os benefícios de medidas para solucioná-la – como um lapso devido a cansaço ou sono é muito difícil. Desde 1980, pesquisadores da divisão de fatores humanos da *Ames Research Labs*, localizada em São Francisco, EUA, vêm tentando conduzir estudos ligados à criação de mecanismos de medição da fadiga para uso em situações da vida real. Desde 1950, cientistas vêm estudando o sono humano em laboratório. Mas a sociedade tem ignorado o potencial letal da fadiga no ²⁰¹ mundo real, principalmente na aviação, onde a solução está em um eficiente e bom planejamento voltado para a atenção mais ampla no trato da saúde dos aeronautas. A edição de regras sobre sono e descanso dos pilotos é, por exemplo, um dos temas mais controversos na indústria aeronáutica segundo as veementes críticas publicadas pela Federal Aviation Administration (1996).

Pesquisas mostram que, em certo momento, pilotos com problemas de saúde, muitas vezes não detectados, começam a perder a capacidade de resistir aos sinais de desconcentração mesmo em situações de risco. É reconhecida a situação de indivíduos que passaram por essa situação, no entanto, estas pessoas tendem a subestimar seu próprio estado de imperfeição na condução de uma máquina, mesmo sendo pilotos conduzindo um artefato muito complexo. O problema é agravado para trabalhadores em alguns campos em que os avanços tecnológicos os movem para cada vez mais longe do ritmo natural, por exemplo na violação de seu ciclo circadiano, por estarem alternando os períodos de sono entre o dia e a noite. Pesquisadores da NASA têm monitorado os pilotos seus estudos específicos envolvendo astronautas. As descobertas têm sido úteis para a compreensão de problemas de saúde relacionados com atividades desenvolvidas em períodos de tempo longos e irregulares e com diferentes fusos horários. Em recentes estudos com a participação de cientistas de universidades e da *Federal*

²⁰¹ A Federal Aviation Administration (FAA) é a entidade governamental dos Estados Unidos da América responsável pelos regulamentos e todos os aspectos da aviação civil.

Aviation Administration (FAA), foram documentados efeitos significantes de problemas físicos e psicosociais, originados por uma diversidade de fatores causais na performance de pilotos durante os vôos.

No final da década de 80 foi criada²⁰² a Aviação do Exército. Verificou-se a necessidade de uma adaptação do meio militar que não lidada com aviões, às novas tecnologias. Guimarães (2004) ressalta a prioridade destinada à sua implantação nos esquadrões de aviação onde foi criado um centro de instrução de aviação, integrando o complexo aeronáutico do Exército em Taubaté-SP. Suas finalidades principais eram formar e especializar pilotos e tripulantes, bem como criar e aperfeiçoar doutrinas de emprego.

Nesse contexto, de forma paralela a necessidade de um constante aprimoramento das qualidades técnicas do piloto militar de helicóptero, observou-se a necessidade de proporcionar-lhe condições físicas e mentais coerentes com a estatura de sua responsabilidade. As missões de vôo podem exigir que o piloto mantenha-se em vôo por diversas horas, ou então, que decole e aterrisse várias vezes em um mesmo dia, durante vários dias seguidos. E prossegue registrando que não bastava apenas equipá-los com aparelhagem tecnologicamente sofisticada. Era necessário primordialmente que se tornassem aptos a controlar esses meios em situações desfavoráveis, para que as missões sejam levadas até o fim sem perda significativa de eficiência e de forma segura.

3.6.3 Técnicas de exame e critérios de qualificação

Os avaliadores médicos podem emitir um atestado médico somente se o candidato preencher todas as normas médicas, incluindo as referentes à história clínica, salvo autorizado pela autoridade médica.

Os avaliadores médicos não podem emitir um atestado médico se o requerente não cumprir as normas mínimas especificadas ou demonstra alguma das conclusões ou diagnósticos descritos neste Guia como "desqualificar" a menos que a condição se inalterada ou melhorou e o requerente apresenta documentação escrita que o examinador avaliou como condição, a recorrente considerou elegíveis para certificação e os examinadores autorizados a emitir certificados. São os seguintes os critérios de qualificação: 1. Altura e Peso; 2. Declaração de capacidade demonstrada; 3. Ouvido, nariz e garganta; 4. Olhos. 5. Pulmões e tórax; 6. Coração;

²⁰² *Recriada, já que a aviação no Brasil nasceu no exército na década de 30 antes da existência de uma Força Aérea com autonomia (FAB)- Nota do autor.*

7.Vascular; 8.Abdomen e vísceras; 9.Pele; 10.Sistema G-U²⁰³, 11.Superiores e inferiores; 12.Spine, Osseo Musculosquelético; 13.Identificar marcas corporais, cicatrizes, tatuagens; 14.Linfáticos; 15.Neurológico; 16.Psiquiátrica; 17.Geral Sistêmica; 18.Audição; 19.Visão distante; 20.Visão a curta distância; 21.Visão Intermediária; 22.Cor/Visão; 23.Campo de visão; 24.Heteroforia; 25.Pressão Arterial; 26.Pulsção; 27.Urinálise²⁰⁴; 28.ECG (eletrocardiograma)²⁰⁵.

As seguintes condições médicas relacionadas a seguir determinam, especificamente, a desqualificação. (No entanto, a Autoridade médica poderá exercer o poder discricionário ao abrigo das disposições da Autorização Especial de Emissão, para emitir um certificado de capacitação satisfatória de saúde para aviador:

- a. Angina pectoris;
- b. Transtorno bipolar;
- c. Substituição da válvula cardíaca;
- d. Doença coronária onde foi necessário um tratamento ou, se não tratada, tem sido sintomática ou clinicamente significativa;
- e. Diabetes mellitus que requer uso de insulina ou outra medicação hipoglicemiante;
- f. Perturbação de consciência, sem explicação médica de causa satisfatória,
- g. Epilepsia;
- h. Substituição do coração;
- i. Infarto do miocárdio e/ou uso de marcapasso cardíaco;
- j. Transtorno de personalidade que é grave o suficiente para ter reiteradamente se manifestou pelos atos;
- k. Psicose²⁰⁶;

²⁰³ G-U Genito-urinary system- sistema urinário-genital

²⁰⁴ A urinálise ou urinálise é a análise da urina com fins de diagnóstico ou prognóstico de estados fisiológicos ou patológicos

²⁰⁵ O eletrocardiograma é um exame de saúde na área de cardiologia onde é feito o registro da variação dos potenciais elétricos gerados pela atividade elétrica do coração.O exame é habitualmente efetuado por técnicos de cardiopneumologia.

²⁰⁶ De muito difícil detecção (Opinião do autor).

- l. Abuso ou dependência de substância química ;
- m. Perda de controle do sistema nervoso e/ou disfunção de saúde sem explicação médica satisfatória.

3.6.4 Os padrões para certificação de pilotos

Os critérios exigidos para certificação de pilotos está apresentada no quadro 3.

Piloto Primeira-Classe	Certificado Classe De Transportadoras Aéreas	Segunda-Classe Comercial	De terceira classe Privado
Visão (Distante)	20/20 ou melhor, em cada olho separadamente, com ou sem correção.		20/40 ou melhor, em cada olho separadamente, com ou sem correção
Visão (Perto)	20/40 ou melhor, em cada olho separadamente (equivalente Snellen), com ou sem correção, medida a 16 polegadas.		
Visão Intermédiana	VISÃO 20/40 ou melhor, em cada olho separadamente (equivalente Snellen), com ou sem correção em 50 e mais de idade, medida a 32 polegadas.		Nenhuma obrigação.
Cor/ Visão	capacidade de perceber essas cores necessárias para o desempenho seguro de aviadores funções.		
Audição	Demonstrar audição média de uma conversação de voz em um quarto silencioso e, com ambas as orelhas a 3 metros, com a parte traseira voltada para o examinador		
Pulsação	Não desqualifica, por si só. Usado para determinar sistema cardíaco e capacidade de resposta.		
Pressão Arterial	Não especificado valores indicados nas normas. Corrente máxima é orientada a 155/95.		
Audiologia	Audiométricos discurso discriminação teste: (Pontuação pelo menos 70% discriminação em uma orelha) ou		
	Audiometria tonal teste: sozinha, com limiares piores do que não: 500Hz 1.000 Hz 2.000 Hz 3.000 Hz Melhor audição 35Db 30dB 30dB 40dB Pior audição 35Db 50dB 50dB 60dB		
Ouvido, Nariz, Garganta	Indesejável doença ou condição, ou que seja razoável esperar que se manifesta por, vertigem ou uma perturbação da fala ou de equilíbrio.		
Electro-Cardiograma	Bi anual com 35 anos e anualmente após a idade 40 anos.	Não é exigido rotineiramente.	

Mental	Não haver diagnóstico de psicose, ou doença bipolar, ou graves transtornos de personalidade
Dependência De Substância Química e Toxicomania	Um diagnóstico ou história médica de dependência de substâncias desqualifica a menos que haja evidência clínica estabelecida, satisfatório, de recuperação, incluindo a abstinência total sustentado pela substância (s) para, pelo menos, os últimos 2 anos . Uma história de abuso de substâncias, nos últimos 2 anos desqualifica. Substância inclui álcool e outras drogas (ou seja, o PCP, sedativos e hynoptics, ansiolíticos, maconha, cocaína, opiáceos, anfetaminas, alucinógenos e outras drogas ou produtos químicos).

Quadro 3 - Padrões de certificação de pilotos
Fonte: Leftseat psychiatric, NY, (2006)

Capítulo 4- Aspectos ergonômicos e cognitivos no trabalho do piloto

4.1 O posto de trabalho do piloto de aeronaves

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.

4.1.1 Aspectos ergonômicos

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-56 e para fins comerciais como o Boeing 737 ou então estar instrumentada em um processo mais sistemático, metodológico e rígido de avaliação.

Epistemologia e o cenário atual da Ergonomia na Aviação

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 desenvolvimentoda Ergonomia. Mas também, prossegue Meister, este desenvolvimentopode ser focado através dos eventos históricos desta ciência, tratados em vários paizes,

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. 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. Vê-se nas figuras 61a o aeroporto do Galeão (atual aeroporto Tom Jobin) em 1980 e na figura 61b este aeroporto após 20 anos mostrando a variação da quantidade de aeronaves estacionadas e o conseqüente movimento.



Figura 61a e 61b- A densidade crescente de aeronaves em aeródromos nos últimos 20 anos.
Fonte: fotos do autor (2007)

O dimensionamento da tarefa em vôo - Aspectos físicos ergonomia

A aviação exige grandes capacidades de um só indivíduo (DEJOURS, 1992). Além das exigências físicas, provocadas pelas elevadas acelerações e longas jornadas de trabalho, o gerenciamento dos sistemas de armas, navegação e comunicação, o controle da performance, além do processamento de informações, podem facilmente atingir o limite da capacidade humana. Entre as variáveis de aptidão física necessárias para o piloto de caça, destaca-se a força muscular, a flexibilidade e a condição aeróbica como as mais importantes. Um piloto bem condicionado terá maiores condições de exercer pressão nas manobras de combate aéreo, permanecer engajado por maior tempo e em níveis mais intensos, ampliando suas chances de sucesso e de sobrevivência (SILVA JUNIOR, 2006).

Se comparadas aos homens, as mulheres apresentam menor massa muscular, traduzindo-se por menor disponibilidade de energia para os músculos. A capacidade máxima de potência anaeróbica do organismo como um todo é de, aproximadamente, 2,1 HP para um homem comum e de 1,7 HP para a mulher comum. Essas costumam ter a capacidade de seu sistema de glicólise anaeróbica igualmente menor. Isso lhes confere ligeira desvantagem em atividades físicas com duração compreendida entre 01 e 04 minutos, por envolver um alto grau de participação da glicólise anaeróbica (FOX, 2000). Pode-se traçar um paralelo com o esforço despendido em manobras de combate aéreo, cuja duração usual situa-se entre 02 e 03 minutos. A potência aeróbica máxima (VO₂ máx) das mulheres também é menor em 15 a 25% que a dos homens, principalmente devido a fatores ligados à dimensão corporal (FOX, 2000). O percentual de gordura médio entre não-atletas é de 25,5% entre mulheres e de 16,8% entre homens (FOX, 2000).

A distribuição de fibras musculares e as características enzimáticas são bastante semelhantes entre homens e mulheres. No geral, os homens possuem fibras mais volumosas. No entanto, as atletas de elite comuns. A *endurance* muscular local é definida como aptidão ou capacidade de um grupo muscular realizar contrações repetidas contra uma carga ou manter uma contração por um período de tempo prolongado. Nos testes com carga relativa, as mulheres superam os homens com bastante frequência, especialmente nos percentuais com atribuições de cargas mais baixas (FOX, 2000). Este autor prossegue afirmando que a termorregulação ou equilíbrio térmico, também é influenciada pelo sexo. Como em geral as mulheres possuem maiores quantidades de gordura corporal que os homens, sua capacidade de dissipar calor será mais afetada ao se exercitarem em ambientes quentes. Isso se explica também pelas diferenças que ocorrem entre a área superficial e a massa corporal entre os sexos. Em ambientes frios, as respostas também diferem. Embora a maior gordura corporal

proporcione um isolamento contra o frio, a maior relação entre área superficial e massa corporal, assim como a menor massa muscular (menor produção de calor), tornam a velocidade de esfriamento corporal maior que a dos homens.

Aspectos ergonômicos dos postos de trabalho

Santos (2006) cita que nos projetos aeronáuticos, contempla-se a geometria básica da cabine, a localização e a configuração tanto dos comandos como dos assentos, além da visibilidade exterior. Normalmente as medidas antropométricas são representadas pela média e o desvio padrão de uma determinada faixa da população (IIDA, 1992). As aeronaves, trajes e equipamentos de suporte à vida empregados na aviação de caça são projetados, segundo normas internacionais, de forma a atender a uma faixa de 5 a 95% da população masculina. Ou seja, atinge 90% dessa população. Como, em média, o homem é mais pesado, mais alto e mais forte que a mulher, um percentual significativo das mulheres não pode ser acomodado nas cabines das aeronaves atuais. Estima-se que 77% da população feminina encontra-se abaixo do percentual de 5% masculino na altura sentado e 27% na distância nádegas-jelhos, critérios críticos de segurança para aeronaves de caça .

No concurso de admissão para a Academia de Força Aérea no Brasil (AFA), foi estabelecido, para ambos os sexos, o critério de altura entre 1,64m e 1,87m (BRASIL, 2006), limites adotados para a aeronave T-27, o que reduz significativamente o recrutamento entre a população feminina. Outro critério crítico para aeronaves dotadas de assento ejetável, é o peso do tripulante, que deve estar compreendido entre 58,65 e 93,53 Kg, a fim de assegurar um envelope de operação seguro (Empresa Brasileira de Aeronáutica, 2004). Nesse critério, as mulheres têm apresentado dificuldade no atendimento ao limite inferior. Atualmente, três aviadoras estão impedidas de voar a aeronave T-27 no quarto ano da AFA. Como paliativo, prosseguiram a instrução na aeronave T-25, destinada à instrução básica, no segundo ano do curso.

Arquitetura e processamento 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. A especialmente o espaço urbano, mas também, com os desenvolvimentos mais recentes, espaços virtuais

Segundo Padovani (2005), 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 62 mostra uma nova interface que configura o contexto informacional do piloto em modernos cockpits.



Figura 62- Uma nova apresentação informacional nos postos de trabalho do piloto -O Boeing 777.
Fonte: Foto cedida pelo piloto Alexandre Rizzo (2005)

Pode-se ver na figura 62 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 63a e 63b apresentam o cockpit e foto de uma aeronave de controlabilidade difícil e com um grande número de instrumentos, o grande Boeing B-52.



Figuras 63a e 63b- 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.

Fonte : Zenos warbirds videos, Atlanta, autorizadas mediante citação (2006)

Cognição distribuída - Estilos cognitivos, tarefa coletiva

Em uma tripulação de uma aeronave comercial onde as tarefas são distribuídas, cada componente precisa estar perfeitamente integrado e consciente de sua parte na missão de fazer o avião voar com segurança. Determinadas 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 64 uma tripulação de um Boeing 767. Cada componente tem uma missão e um conhecimento específico para sua tarefa neste contexto coletivo:



Figura 64- Uma tripulação de um Boeing 777 .O conhecimento e as tarefas são distribuídos pela equipe.
Fonte: Foto cedida pelo Cmte Rocky, (2005)

A cabine de vôo: 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 vôo, 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 vôo (co-piloto e engenheiro de vôo, em alguns casos, como nas figuras 65a e b) e os diferentes segmentos do sistema de aviação.



Figuras 65a e 65b- Antigo cockpit ainda com posto de engenheiro de vôo (Super Constellation) e o novo Boeing 777- Apenas pilotos e computadores controlando a aeronave.

Fonte: America Aviation, Fla, USA, (2005)

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 vôo, 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.

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.

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 e 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 determinado no ambiente, analisando os problemas com a tecnologia existente e práticas de trabalho que necessitam ser reprojctadas 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 sob 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 vôo, em alguns equipamentos) e com outros segmentos que favorecem a realização do vôo, a saber, pessoal de manutenção, de tráfego aéreo, de despacho de passageiros, de infra-estrutura aeroportuária entre outros.

A cabine de vôo 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 vôo 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 iniciou em abril de 1980 e o primeiro protótipo voou em julho de 1982.

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 Vôo (DV). O Diretor de Vôo - DV (Figura 66) 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.



Figura 66- Representação do painel do Boeing 747 com os DV em destaque.
Fonte: America Aviation, Fla, USA, (2005).

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 Vôo – 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 vôo”, na verdade, observou-se que outros processos mentais inclusos 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, 1981 apud RIBEIRO, 2002) de acordo com estas representações²⁰⁷.

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, 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 e Ellis (1994), dentro deste espaço sociotecnico 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 espaço²⁰⁸.

Em primeiro lugar, isso significa dizer que o espaço de trabalho da cabine de vôo (contexto) caracteriza-se como um “sistema cognitivo distribuído” composto por dois atores (PF-(piloto em comando, voando a aeronave)²⁰⁹ e PNF-(piloto não voando a aeronave)²¹⁰, 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

²⁰⁷ Ribeiro(2003), como parte de sua avaliação desta aeronave, cita que um piloto opina que a carga de trabalho é baixa demais, deixando o nível de alerta também baixo.

²⁰⁸ (“.. é uma exigência pessoal manter o nível de atenção alto..”)

²⁰⁹ **PF** –(*pilot flying*) “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.”

²¹⁰ **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).

desempenhada pelo outro, evidenciando a parte da tarefa que pode ser vista e ouvida por cada membro da equipe).

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 ²¹¹.

²¹¹ (“.. o nível de alerta alto para ajudar o PF, se houver necessidade”. Esta característica denomina-se “compreensão intersubjetiva”).

4.2 A teoria da informação, o uso da informática em aeronaves e o processo comunicacional entre seres humanos

O ser humano necessitando a compreensão de um determinado contexto ou situação, apropria-se da orientação a objetos enquanto paradigma, como solução ótima pois sempre apresentou uma grande sedução por figuras, ícones, sinais, objetos e simbologia pictórica. Os padrões orientados a objetos surgiram com o intuito de melhorar a eficiência no desenvolvimento e a qualidade comunicacional. Trouxe benefícios como a melhor formação de significados associativos, extensibilidade e nível de abstração mais ampla. Tais fatores motivaram a utilização acelerada e ampla de pictografia nas novas interfaces nas cabines de comando (*cockpits*), para persistência de dados de aplicações orientadas a objeto. A idéia principal de orientação a objeto é deixar o mais próximo o mundo operacional do mundo real.

4.2.1 A estrutura, integridade e uso da informação e as novas interfaces comunicacionais

Existem modelos que enfatizam os aspectos sintáticos e estruturais dos dados sem considerar o significado das informações ou o relacionamento próprio e lógico entre eles (SAYÃO, 2001). As pesquisas científicas sempre procuram evoluir no sentido de determinar e localizar modelos que representem da melhor maneira possível os dados de uma abordagem, ou seja, que organizem os dados em um formato mais próximo a forma como são visualizados e manipulados no mundo real (FANDERUFF, 2003). Seguindo esta abordagem origina-se os sistemas orientados a objeto. Com este modelo é possível uma representação das informações mais próxima da realidade.

A característica principal dos sistemas orientados a objeto é modelar dados mais sofisticados e de maior abrangência, armazenando não só a estrutura da informação mas o seu comportamento também. Isto é possível devido ao modelo ser baseado no paradigma da programação orientada a objeto que segue com intuito de incorporar aspectos comportamentais ou dinâmicos de dados nos formalismos de modelagem, com o objetivo de representar com maior autenticidade a complexidade semântica do mundo real da informação (SAYÃO, 2001). No modelo orientado a objetos se usam objetos para estruturar os

significados que esta induzindo a alguma definição, tendência esta que foge da codificação tradicional.

Nesse contexto, as principais perspectivas de representação de dados seguindo a evolução dos modelos com enfoque ao modelo de dados orientado a objetos formular a hipótese que este modelo será futuramente adotado como modelo de representação de dados ideal e é um dos principais recursos da tecnologia da informação empregados atualmente em qualquer área que possa ser aplicado. Uma formação de significado na mente humana é muito mais densa que um conjunto de códigos apoiados em aspectos conceituais (SARTER,1995).Um objeto tem um efeito direto no ser humano, pois “quase não exige um processo de decodificação” já que traz em seu arcabouço muitas mensagens não transformadas em um conjunto de sinais cujo conjunto no processo lingüístico redacional, usando alfabeto registra significados e requer, na interlocução, uma correspondente decodificação. Vide esquema abaixo, na figura 67, o diagrama para realizar a transmissão de uma mensagem de uma pessoa a outra:

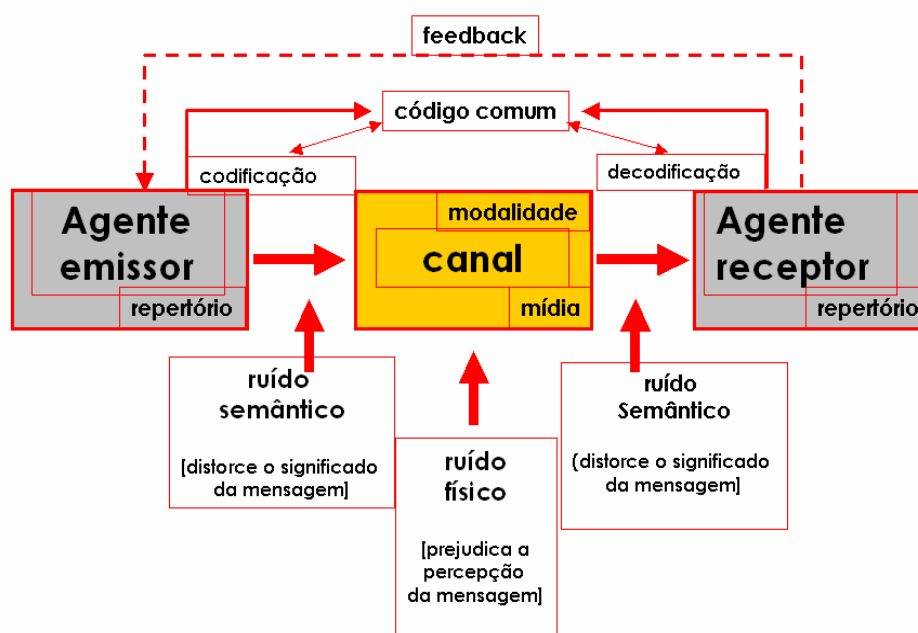


Figura 67 - Transmissão de mensagens entre agentes.
Fonte: figura elaborada pelo autor(2005)

Observe que um incontável conjunto de problemas pode deformar a mensagem se os códigos não forem corretamente utilizados para formatá-la. “Uma imagem vale mais do que mil palavras..” e vale mesmo! Uma imagem com 1.000 pixels pode ocupar até 3 Kb, enquanto um arquivo txt com 1.000 palavras ocupa 1Kb. “O homem primeiro imprime seu cunho aos

objetos que produz e, daí em diante, são eles que exercem sua influência sobre o homem”. (RASMUSSEN, 1981).

Segundo cita Bezerra (2004), objeto é uma palavra originada do latim “objectus” que significa lançar, jogar para frente. No dicionário Michaelis (WEISZFLOG, 2004) é uma coisa material ou tudo que constitui a matéria de ciências ou artes. No Novo Dicionário da Língua Portuguesa de Aurélio Buarque de Hollanda Ferreira (FERREIRA, 1995):

- 1) Tudo que é aprendido pelo conhecimento, que não é o sujeito do conhecimento;
- 2) Tudo que é manipulável ou manufaturável;
- 3) Tudo que é perceptível por qualquer um dos sentidos;

Na Filosofia (JAPIASSÚ e MARCONDES, 1996) a palavra objeto tem dois significados:

- Em um sentido genérico, uma coisa, a realidade material, externa, aquilo que se apresenta,
- A noção de objeto se caracteriza por oposição ao sujeito, ou seja, designa tudo aquilo que constitui a base de uma experiência efetiva ou possível, tudo aquilo que pode ser pensado ou representado distintamente do próprio ato de pensar. Nesse sentido, o objeto se constitui sempre em uma relação com o sujeito, sendo um conceito tipicamente epistemológico.

Uma classificação primária de objetos apresenta duas categorias: da natureza e do homem. Para Santos (2002) há quem distinga os objetos das coisas, com estas sendo o produto de uma elaboração natural, enquanto os objetos seriam os produtos de uma elaboração social. Focillon (1943) diz que as coisas – formas naturais – são obras de Deus, enquanto os objetos – formas artificiais – são obras dos homens. As próprias coisas, quando passam a ser utilizadas pelo homem passam também a ser objetos.

Podemos observar nas figuras 68a e b o processo transformativo de design de interfaces obtido graças aos avanços das novas tecnologias da informação que permitiu uma profunda mudança comunicacional dos dados operacionais de vôo. Vemos gerações de uma mesma aeronave, o Boeing 737:



Figuras 68a e 68 b- Gerações diferentes de aviões: Interfaces analógicas, codificadas e interfaces digitais orientadas a objeto.

Fonte: Acervo do autor (2002)

Segundo Abraham Moles(1969) um objeto é “um elemento do mundo exterior, fabricado pelo homem e que este deve assumir e manipular”. Se apontarmos para uma concepção original, os objetos se reproduzem e se difundem, gerando objetos semelhantes (HEWITT; HARE, 1973). A criação de objetos responde a condições sociais e técnicas presentes num dado momento histórico. A complexidade dos objetos, cita Moles (1971), aparece em dois níveis, como complexidade funcional e estrutural. A complexidade funcional de um objeto está relacionada com o repertório de funções que podem ser combinadas no seu uso. A complexidade estrutural se relaciona com a variedade do repertório de seus elementos.

Santos (2002) registra que com os progressos recentes da ciência, da tecnologia e da informática, vivemos num mundo onde objetos infinitamente pequenos e outros muito grandes convivem e colaboram. É a época da miniaturização e do gigantismo. Os objetos devem ser entendidos como sistemas. E como tais são tratados como componentes destes sistemas sendo inseridos, manipulados e armazenados nos dispositivos computacionais. Para um objeto se materializar e ser inserido em processos computacionais, o homem criou técnicas e métodos para “executá-los” ou, antes da execução e partindo de uma idéia, transmitir a idéia pensada através dessas técnicas como o planejamento e o projeto. Neste

território veio toda a sedução de se utilizar objetos e símbolos na interface do homem com o computador: A computação gráfica. O segundo grande passo nesta evolução deste contexto seria armazenar esta este processo simbólico convivendo com o registro de letras e números.

4.2.2 *Como ocorre uma informação íntegra entre indivíduos*

Para a compreensão deste tema é preciso entender a formação de significados na mente do ser humano. O ser humano não estrutura palavras, códigos e símbolos similares aos registrados em memórias de computadores, na sua mente e sim construtos de significado próximos a imagens. Poderíamos tratar este título sob a forma de uma pergunta seguinte para sintetizar nossa questão fundamental, transformando-o em uma hipótese. Porque objetos têm tanta importância na comunicação e nos processos operacionais/ computacionais? A fixação dos conceitos que conduzem à resposta passa pelos conceitos do funcionamento da mente consolidando a estrutura cognitiva²¹² para transformar positivamente os construtos para formação de significados que depende de alguns condicionantes externos e internos (ontogênese).

Estes conceitos permearão um conjunto cultural e emocional com forte influência na formação apropriada destas estruturas que servirão de ancoradouro para interpretação e operacionalização dos novos conhecimentos.

Um fator contribuinte nos acidentes em aviões é 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 mar. de 1977. Ainda de acordo com o National Transport Safety Board nos registros de acidentes, a sucessão de fatores que

²¹² *A estrutura cognitiva de cada ser humano pode ser definida como o resultado de pensamentos, sentimentos e ações que se combinam para formar o significado pessoal da experiência e é idiossincrática. A estrutura cognitiva entende-se como um construto hipotético que se refere à organização (relacionamento) dos conceitos na memória de um indivíduo. Segundo Viegas (2000), a construção como um construto hipotético que se refere à organização (relacionamento) dos conceitos na memória de um indivíduo. A construção dos conhecimentos considera cada ser humano como um todo transdimensional. Possui dimensões cognitivas (lógico-matemática, linguística), afetivas (emocional, sentimental) e axiológicas (as que dizem respeito aos mais variados valores).*

contribuíram para este acidente em Tenerife com dois Boeing 747 da KLM e PAN AM e dentre estes:

- Este piloto (Van Zanten) estava desacostumado com os procedimentos de fonia, fator que contribuiu para "desligar" seu cérebro das mensagens recebidas . Sua imensa vontade de retornar o quanto antes a Amsterdam, aumentava sua ansiedade e diminuía sua capacidade de julgamento,
- A interpretação errada de informações pela tripulação da PanAm, que errou a saída da pista e não entendeu o inglês deficiente do controlador.

Este acidente em Tenerife foi, até hoje, o maior acidente com aeronaves do mundo- 583 mortos (montagem na figura 69).



Figura 69- Este acidente promoveu a introdução larga de sistemas automatizados no interior das aeronaves
Fonte: Jetsite (2003)

Este acidente promoveu um grande avanço na área tecnológica, com a introdução de sistemas automatizados no interior das aeronaves. A automação²¹³, com o uso mais amplo de computadores agrava o risco de falhas sistêmicas nas aeronaves por várias razões que discutiremos nesta tese, onde um dos agravantes é a lógica utilizada no processo de capacitação relacionado à tomada de decisões na modelagem de dados e sistematização de processos, que é a tradicional, clássica, cartesiana, positivista, indutiva e booleana. Mas a

²¹³ *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.*

lógica da mente é difusa e os construtos mentais que servirão de ancoradouros para tomada de decisões fundamentais na ação de transformar em processos computacionais o mundo real, repercutindo na deformação dos subsunçores que serão utilizados por estas pessoas.

É neste território que o objeto tem mais influência no funcionamento da mente e formação de significados. Wertsch et al. (1995) ressaltam as relações entre o funcionamento da mente humana, de um lado, e as situações culturais institucionais e históricas nas quais o funcionamento ocorre. Cultura é “todo ambiente simbólico interativo no quais os humanos comunicam-se e vivem”. O cérebro e a mente podem ser profundamente influenciados pela cultura, em seu considerável processo de evolução, se considerarmos um ser humano adulto.

Outro autor defende que o cérebro, sob a influência da cultura, modifica-se não em termos de arquitetura anatômica, mas em termos de arquitetura funcional. “Cultura é prioritária no desenvolvimentoda mente e é apenas outra dessas forças capaz de inibir o sistema ou estimulá-lo” (DONALD, 2000). Estes autores reforçam que a cultura tem um papel determinante sobre as habilidades operacionais dos indivíduos. Ela efetivamente modula a atividade cognitiva através das interações entre os indivíduos e o seu meio circundante (forma e estrutura a mente).

O tema cultura tem foco em um forte elemento diferenciador de indivíduos já que cada pessoa passa por processos distintos na formação de suas mentes, trazendo para uma sociedade particularidades e distinções incontestáveis. E cada pessoa terá um conjunto de parâmetros de referência distinto em uma ocorrência cognitiva como acontece em um processo de capacitação em uma profissão, por exemplo. Mas o processo transformativo na mente somente se processará utilizando, modificando e construindo subsunçores que possibilitarão a ocorrência de um processo cognitivo pertinente à aquisição de novos conhecimentos. São processos mediados por sistemas simbólicos.

A teoria clássica da representação falha em resolver o problema da intencionalidade: a estocagem de informação na forma de símbolos e códigos, como os utilizados na informática tradicional, cartesiana e von-newmaniana e sua manipulação não podem conter o elemento extra-mental ou extra-representacional. As teorias dão credibilidade à existência dos subsunçores, mas como exatamente descrever seus limites e suas relações? Qual nível de concentração que uma determinada pessoa, em particular deve fornecer no processo de aprendizado/ acultramento, atenção e informação externa capturando imagens e processando a guarda de objetos de significado? O humano os constrói e os transforma apropriadamente para que a operacionalização dos seus significados os torne ativos em uma determinada condição social ou profissional.

O ser humano utiliza a lógica clássica aplicada no registro de dados em equipamentos em um mundo altamente computadorizado, que para tomar decisões no mundo real, está em descompasso com a própria lógica da mente humana: O ser humano aprende como programar computadores e é movido a operacionalizar estes conhecimentos cartesianamente. Os subsunçores que operacionalizam seus conhecimentos fazem entrar em ação as estruturas mentais previamente existentes. A lógica humana é uma modalidade da lógica capaz de tratar conceitos vagos, imprecisos ou ambíguos – em geral descritas na linguagem natural humana – e convertê-los para um formato numérico, de fácil processamento computacional (SIMÕES et al., 1999). A ciência cognitiva, sedimentada no viés do computacionalismo clássico não estabelece as similaridades necessárias para consolidar esta teoria. O computador digital desenvolvido por Von Newman foi derivado principalmente da máquina chamada Colossus, projetada por Allan Turing durante a Segunda Grande Guerra. E esta, por sua vez, está sedimentada na função lógica tradicional e clássica. O domínio da computação mono-processador, no campo de utilização de linguagens procedurais se fundamentam na lógica clássica e apresenta as características típicas de um sistema lógico/seqüencial.

O processamento paralelo que engatinha atualmente fora das aplicações de processamento distribuído implantada em redes de computadores, poderia ter uma leve correspondência com a mente humana. A possível similaridade com seres humanos implementada por Newman (1946-1952) na nas IAS ²¹⁴ foi um grande avanço científico no pós-guerra e promoveu toda esta cientificidade eletrônica apoiada por atuadores eletrônicos representada hoje pela micro-informática e micro-computadores pessoais.

A lógica binária, cartesiana, booleana aplicada aos computadores são perfeitos e notáveis pela precisão, mas inúteis para estabelecer similaridades com o funcionamento da mente diante de situações não precisas, não claras, não perfeitas ou não visíveis ou com informações não planejadas ou insuficientes para estabelecerem tomadas de decisão em situação crítica ou de perigo real e imediato.

A grande capacidade do computador em auxiliar o ser humano em quase todas as áreas da ciência suprimiu a sua visão das verdadeiras diferenças processuais da mente dos humanos na operacionalização de estruturas de conhecimento em confronto com as aplicações formais, rápidas e precisas que os computadores promovem. O homem, impressionado com as altas possibilidades amplas de processamento dos computadores é levado a realizar uma engenharia

²¹⁴ *Projeto e construção do computador do Instituto de Estudos Avançados (IAS) de Princeton por John Von Neumann e seus colaboradores em 1946-1952.*

reversa com a mente do humano, comparando-a e estabelecendo um paralelo de funcionamento, com muita propriedade e competência, como cita Pinker (2000) em suas teorias. Este cientista escreve como se fizesse o trabalho inverso de John Von Newman (quando desenvolveu o projeto de seu computador a partir de características do ser humano).

Pinker (2000) apresenta as características computacionais da mente apontando, muito apropriadamente, para programações e estruturas biológicas similares aos computadores eletrônicos. Mas o ramo da inteligência artificial se depara com severas críticas e linhas de trabalho exatamente porque a mente é um cofre fechado com seus segredos de seu funcionamento. As várias linhas de interpretação e teorias do funcionamento da mente foram elaboradas por muitos pensadores desde os tempos de Decartes até hoje com Pinker passando por Piaget, Vernaut e Vygotsky dentre muitos notáveis e obstinados cientistas que se devotaram ao estudo da mente, da inteligência, do conhecimento e da formação dos sentidos e de linguagem.

A lógica clássica possui uma relação muito próxima com a linguagem natural. No entanto, algumas características da linguagem natural não se adequam a um procedimento formal. Por exemplo, a linguagem natural é permeada de contradições. Por essa razão Frege fundador da lógica moderna, buscou a elaboração de uma linguagem artificial mais econômica e exata (sem ambigüidades) (WADLER, 2000). Segundo Feitosa et al. (2001), um sistema formal deve apresentar:

- a. um conjunto qualquer de símbolos, ou alfabeto;
- b. um conjunto de expressões “bem formadas”;
- c. um conjunto de axiomas;
- d. um conjunto finito de regras.

Além disso, a lógica clássica (LC), a princípio, trabalha com dois valores: verdade e falsidade. Desse modo, um predicado pode ser verdadeiro ou falso, mas nunca simultaneamente verdadeiro e falso. Na LC não se está preocupado com o fato de uma expressão ser realmente uma verdade ou não para a ciência ou filosofia. Seus procedimentos funcionam independentes desta veracidade. Em outras palavras, o que está sob o domínio dessa lógica são procedimentos formais que permitem partir de premissas e alcançar um

resultado. A correspondência entre este resultado e algo externo à própria lógica não é uma questão que a LC se proponha.

A computação normalmente se baseia na LC para gerar um modelo do funcionamento da mente, e nesse sentido a Máquina de Allan Turing e Tommy Flowers (Colossus) é um modelo lógico abstrato da mente. O Colossus, precursora dos computadores. O objetivo desta máquina foi “aprender” a decifrar códigos de guerra. Mas é possível perguntar até que ponto esse modelo é realmente adequado ou ainda, quais aspectos da mente humana são evidenciados através deste modelo. A resposta a essas perguntas envolve não somente aspectos filosóficos, mas também computacionais e, nesse caso, lógicos.

4.2.3 A lógica computacional aplicada em computadores de bordo e a lógica fuzzy utilizada pela máquina biológica

No caso de sistemas artificiais, como ocorre na AI (Inteligência Artificial), existe apenas a computação lógica. Um sistema artificial não está, a princípio, apto a estabelecer relações sócio-históricas¹. Ou seja, ele não tem a possibilidade de situar o problema em um contexto histórico-social individual. Mesmo assim, um sistema poderia até concluir que não é possível viajar de carro de São Paulo a Tóquio, mas tal solução seria o resultado de uma programação computacional mais completa, e não da verificação da pertinência das premissas.

É possível que um sistema artificial possa até simular, e de maneira eficiente, os procedimentos realizados por humanos. Porém isso não parece ser suficiente para explicar o funcionamento da mente, já que o computador continua realizando apenas operações sintáticas, sem verificação da pertinência de suas premissas e conclusões. Esse modelo é, sim, uma boa ferramenta para a melhor compreensão da natureza dos processos mentais, um artefato que permite testar empiricamente hipóteses e teorias sobre a mente e que reproduz certas partes do seu funcionamento, em particular seu raciocínio lógico-formal, seu modo de funcionamento dedutivo. Mas, por outro lado, é difícil sustentar que este modelo seja possuidor de uma mente tal qual a mente humana devido aos limites da lógica clássica e da não consideração de outros tipos de raciocínio possíveis de serem realizados.

Enfim, por um lado a diferença consiste no fato de humanos verificarem a pertinência das premissas com que a lógica trabalha, sua relação com respeito ao que é exterior a ela mesma.

Por outro lado, o problema é interno à própria lógica, limitada a uma lógica formal que não permite contradições nem ambigüidades. Nesse sentido, a utilização de uma lógica que permita uma maior proximidade com a mente humana e sua linguagem natural tem grande interesse. Em particular uma lógica que permita estados intermediários entre o verdadeiro e o falso, e mesmo que permita o aparecimento de contradições.

Um avanço já concretizado no meio científico é a utilização da lógica *fuzzy*²¹⁵. A vantagem desta ferramenta é tornar possível a utilização de valores intermediários contínuos entre 0 e 1 (ou falso e verdadeiro). De certa forma, com a lógica *fuzzy* já é possível conceber uma computação mais flexível, mais próxima da realidade da mente humana, e isso consiste certamente em um grande avanço. Mesmo assim, ainda não se pode computar contradições, embora essa lógica permita operações que envolvem ambigüidades, vaguides, imprecisões, ruídos e *inputs* incompletos.

Pinker (2000) registra que trata-se de um paradigma estruturado sobre a chamada Teoria Computacional da Mente, que supõe para o funcionamento da mente humana as naturezas do processo computacional de informações na forma de símbolos. Este processo computacional está associado à capacidade do cérebro humano de representação mental do conhecimento (representação visual, fonológica, gramatical e em uma linguagem mental interna do ser humano), em camadas complexas e inter-relacionadas de redes associativas de significados. Esse sistema biológico-informacional peculiar da espécie humana também está equipado com sistemas de regras para processamento, que seriam infinitamente mais flexíveis do que aquelas regras que compõem qualquer tipo de programação computacional convencional, e que viabilizam não apenas categorizações do conhecimento precisas e/ou probabilísticas (*Fuzzy*), mas também lógicas abstratas como, por exemplo, a que permite ao ser humano reconhecer um rosto ou mesmo a noção de individualidade. Esse poderoso software geneticamente aperfeiçoado também funciona de forma a conservar, na representação mental, as relações preservadoras de verdade exatas ou probabilísticas que formaram a suposta

²¹⁵ *A lógica difusa ou lógica fuzzy é uma extensão da lógica booleana que admite valores lógicos intermediários entre o falso (0) e o verdadeiro(1); por exemplo o valor médio 'talvez' (0,5). Isto significa que um valor lógico difuso é um valor qualquer no intervalo de valores entre 0 e 1. Este tipo de lógica engloba de certa forma conceitos estatísticos principalmente na área de Inferência. As implementações da lógica difusa permitem que estados indeterminados possam ser tratados por dispositivos de controle. Desse modo, é possível avaliar conceitos não-quantificáveis. Casos práticos: avaliar a temperatura (quente, morno, médio, etc.), o sentimento de felicidade (radiante, feliz, apático, triste.), a veracidade de um argumento (correctíssimo, correcto, contra-argumentativo, incoerente, falso, totalmente erróneo, .). A lógica fuzzy deve ser vista mais como uma área de pesquisa sobre tratamento da incerteza, ou uma família de modelos matemáticos dedicados ao tratamento da incerteza, do que uma lógica propriamente dita.*

relação verdadeira observada na realidade, da primeira vez que o cérebro operou sobre aquele símbolo.

Pinker (2000) afirma: “Esses eventos constituem uma computação, pois o mecanismo foi arquitetado de modo que, se a interpretação dos símbolos que acionam a máquina for uma afirmação verdadeira, a interpretação dos símbolos criados pela máquina também será uma afirmação verdadeira.”. Esta questão a seguir aponta para uma hipótese que visa “harmonizar ações e comportamentos” dos dois componentes no controle de aeronaves: A lógica fuzzy pode ser aplicada na programação dos computadores de bordo em aeronaves ?

4.2.4 *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 Federal Aviation Administration 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 (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 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.

O Inglês é a língua internacional da aviação. Porém, sempre que ambos, pilotos e controladores, falam Inglês fluentemente, há armadilhas na forma de linguagem e em como ela é ouvida, sugestões erradas sutis podem subverter mensagens que parecem claras para quem transmite. Pilotos e controladores devem ter o cuidado de, e evitar, tipos comuns de má interpretação lingüística. Afinal de contas, uma comunicação inteligente evitará estas

confusões. O erro em comunicações bilaterais é um fato no dia a dia, de uma ou de outra forma, quase que diariamente. Sempre que duas pessoas conversam face a face, ostensivamente no mesmo idioma, com um conhecimento comum sobre comunicação, freqüentemente descobrem que o significado não foi entendido. Em discussões casuais ou situações rotineiras de negócios, o resultado de tais confusões vão desde divertimento a enganos. Mas na aviação, o resultado destes erros podem ser mortais. Em nenhuma área isto é mais verdade do que nas comunicações piloto/controlador.

Vários pesquisadores têm classificado os tipos de erros em reportes de má compreensão entre piloto/controlador. Alguns erros foram causados por problemas técnicos como falta de técnica no uso do microfone ou congestionamento de freqüência. Outros resultaram de não providências que não eram especificamente lingüísticas, tais como falha ao providenciar a necessária informação ou em monitorar a transmissão. Estes tipos de erro poderiam ser prevenidos ou amenizados através de melhores condições, treinamento ou disciplina.

Mais sérios, porque mais difíceis de resolver, são problemas que surgem das características da linguagem por si só e da forma que a mente processa o que foi ouvido. Os estudos dos problemas nas comunicações piloto/controlador feitos pela Federal Aviation Administration incluem 10 categorias, das quais pelo menos 3 são especificamente lingüísticas:

- a. sentido ambíguo da mensagem e interpretação errada (similaridade fonética) conforme visto adiante no quadro um. Foram identificados modos falhos que incluem ouvir errado autorização/instruções do ATC (*Aviation Traffic Control*) que incluem números ,
- b. gerenciamento incorreto na cabina resultando em cotejamentos(repetição) errados , confirmação inadequada , aparente falta de atenção às modificações das autorizações/instruções do ATC , (Controlador)
- c. falha ao identificar os erros no cotejamento do piloto e modificações da autorização não confirmada pelo piloto e não cobrada pelo controlador.

Os erros nas comunicações piloto/controlador estão divididos em nove tipos. Eles incluem grupamento de informações numéricas que contrariam os regulamentos do controle de tráfego aéreo, falhas ao agrupar números como especifica o regulamento, transposição ou uso de números e palavras na ordem errada, falta de fluência, incluindo pausas injustificáveis.

Mais de 200 incidentes foram relatados envolvendo comunicações piloto/controlador, alguns dos quais resultando em acidentes desastrosos e outros que facilmente poderiam ter ocorrido, teriam sido analisados e obtidos através de reportes de incidentes da NASA (National Airspace System Agency) e do Sistema de Reportes de segurança da Aviação (ASRS), do Bureau Nacional de Segurança de Transporte dos Estados Unidos, de gravações de áudio das comunicações entre pilotos e controladores. Muitos destes incidentes foram devidos a lingüística, talvez exacerbados por fatores não lingüísticos tais como distração, fadiga, impaciência, teimosia, frivolidade ou conflito. O quadro 4 apresenta os problemas analisados, categorizando os problemas de comunicações orais piloto/controlador.

CATEGORIA	Numero de REPORTES	DEFINIÇÃO
Imprecisões em conteúdo	792	1 - Dados errôneos (erros de formulação) 2 - Erros de julgamento 3 - Interpretação conflitante
Frases ambíguas	529	Composição de mensagem, fraseologia, que poderia levar a uma interpretação errada ou não entendimento por quem recebe a mensagem
Conteúdo incompleto	296	Quem transmite falha ao fornecer todas as informações necessárias a quem recebe para entender a mensagem.
Imprecisão (transposição)	85	Não entendimento causado por uma seqüência de números na mensagem.
Interpretação errada (similaridade fonética)	71	Nomes e números de som similar que levam a confusão em seu significado ou em identificar a intenção por quem recebe.
Ausência (não transmissão)	1991	Falha ao originar ou transmitir uma mensagem requerida ou apropriada
Transmissão fora de hora	710	Mensagem inútil porque transmitida muito cedo ou muito tarde.
Frases distorcidas	171	Conteúdo da mensagem perdido ou severamente distorcido a ponto de quem recebe não poder entender a intenção da mensagem.
Ausente (falha de equipamento)	153	Mal funcionamento do equipamento resultando na perda completa da mensagem.
Não monitoração de quem recebe (fora da escuta)	552	Falha ao manter a escuta, vigilância apropriada, ou interpretar incorreta informação disponível.

Quadro 4- categorização de problemas de comunicações orais piloto/controlador.

Capítulo 5– Características gerais do trabalho do piloto

O ponto de vista trabalhista

Barros (2005) descreve que a atividade da aviação civil exige um tratamento diferenciado no que concerne a jornada de trabalho dos aeronautas, sobretudo, nos vôos intercontinentais, cujas jornadas de trabalho podem se estender até 20 (vinte) horas diárias. Entretanto, a Constituição Federal de 1988 limitou a jornada normal de trabalho em oito horas e a duração do trabalho semanal em quarenta e quatro horas.

Este autor prossegue argumentando que a profissão do aeronauta, regulamentada pela Lei nº 7.183 de 05 de abril de 1984 e pela Portaria Interministerial nº 3.016 de 05 de fevereiro de 1988, que expediu instruções para a execução da referida lei, possui características peculiares e bastante diferenciadas da maioria dos trabalhadores, dentre as quais, destaca-se a jornada de trabalho, que pode em determinadas situações, estender-se até 20 (vinte) horas de trabalho diário, como ocorre nos vôos internacionais de longa distância, também chamados de vôos intercontinentais, realizados por tripulações de revezamento.

Esta lei estabelece limites de duração do trabalho que extrapolam os limites estabelecidos pela Constituição Federal de 1988, para a duração normal do trabalho, diário e semanal. O autor sugere que estes artigos devem ser recepcionados ou não pela Carta Magna, já que a lei é pré-constitucional.

5.1 Características gerais do trabalho do aeronauta e o paradigma trabalhista- A lei 7183/84

O termo aeronauta, segundo o artigo 1º da Lei nº 7.183/84 de 05 de abril de 1984. (*Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, 06 abril 1984) designa o profissional habilitado pelo Ministério da Aeronáutica, que exerce atividade a bordo de aeronave civil nacional, mediante contrato de trabalho. Por sua vez, o aeronauta, quando no exercício de função específica a bordo de aeronave, tem a designação de tripulante. Assim, consideram-se tripulantes: o comandante, piloto responsável pela operação e segurança da aeronave; o copiloto; o mecânico de vôo; o radioperador de vôo; e o comissário de vôo.

As funções de navegador e radio-operador de vôo já não existem nos aviões a jato modernos, utilizados pela aviação civil em geral, assim como, a função do mecânico de vôo, ainda existente em algumas aeronaves, em curto espaço de tempo não existirá mais, sendo substituída pela tecnologia das aeronaves de última geração. (*Fly-by-wire*) A figura 70 abaixo mostra o posto de trabalho do engenheiro de vôo (radio-operador) em uma aeronave mais antiga e uma moderna sem este profissional.



Figura 70- Um antigo *cockpit* com o terceiro tripulante (radio operador) e o moderno Boeing 777 – apenas os pilotos controlando diretamente a aeronave.

Fonte: fotos do autor (2006)

Os operadores de equipamentos especiais das aeronaves do serviço aéreo especializado, como é o caso da aerofotogrametria, ambulância aérea e etc., são considerados tripulantes, para os efeitos da Lei nº 7.183/84, embora não sejam aeronautas. A profissão de aeronauta é privativa de brasileiros, admitindo-se tripulantes estrangeiros nas seguintes condições:

- a) As empresas brasileiras que operam em linhas internacionais, poderão utilizar comissários estrangeiros, desde que não ultrapasse 1/3 (um terço) do número de comissários existentes a bordo;
- b) Em caráter temporário, poderão ser admitidos tripulantes, instrutores estrangeiros, pelo prazo máximo de 06 (seis) meses, desde que não existam tripulantes brasileiros qualificados para a função e mediante autorização do Ministério da Aeronáutica, atual Comando da Aeronáutica;

- c) Decorrente de acordo bilateral de reciprocidade para admissão de tripulantes brasileiros no serviço aéreo público do Estado acordante, admite-se tripulantes estrangeiros no serviço aéreo internacional pátrio; e
- d) Nos demais casos previstos na Lei nº 7.565/86 ,Código Brasileiro de Aeronáutica (CBA).

Barros (2005) prossegue historiando a profissão do aeronauta afirma que a participação do transporte aéreo comercial no Brasil teve início no ano de 1927, quando empresários alemães e norte-americanos introduziram toda a sua infra-estrutura no Brasil. Trouxeram aviões, tripulantes e técnicos, técnicas operacionais, pagando salários e encargos aos empregados da Deutsche Lufthansa e da NYRBA norte-americana, segundo os padrões alemães e norte-americanos. Assim, mesmo as empresas aéreas nacionais, inicialmente, apresentavam quadro de funcionários formado por aeronautas estrangeiros. O aeronauta brasileiro aparece somente no Decreto nº 20.913 : Art. 8º de 06 de janeiro de 1932, que estabelece: A tripulação das aeronaves nacionais deve ser constituída de brasileiros.Parágrafo único: Somente na falta de aeronautas brasileiros licenciados na formadeste decreto poderão ser admitidos, em caráter provisório e mediante condições que forem estipuladas, os estrangeiros devidamente habilitados ²¹⁶.

Dez anos mais tarde, em 1942, os estrangeiros, representados por pilotos de nacionalidade alemã que trabalhavam na empresa Serviços Aéreos Condor, foram substituídos totalmente por brasileiros. O artigo 23 do Decreto nº 20.913 considerava aeronautas, tripulantes de uma aeronave, os quais exerciam funções técnicas a bordo de aeronaves civis. Esses tripulantes eram os portadores de Cartas de Piloto de Aeronave Mercante, Mecânico de Vôo e Rádio-Telegrafista de Vôo. Mais tarde, foi introduzido na tripulação do avião comercial, pela Portaria nº 69/DAC, de 27 de abril de 1938, o aeronauta portador de licença de Aeromoço, hoje denominado Comissário de Vôo.

Cada empresa fazia constar em seus regulamentos, os direitos e os deveres trabalhistas segundo os padrões dos seus países de origem. Assim, a *Panair do Brasil*, que seguia normas norte-americanas, incluía nos salários as chamadas horas -extras . Já a Condor, a Vasp e a Varig, que seguiam normas alemãs, incluía nos salários a gratificação pela quilometragem de vôo. Posteriormente, o Decreto nº 8.532 de 09/12/41, sofreu as alterações introduzidas

²¹⁶ apud PEREIRA, A. *Memória do Sindicato Nacional dos Aeronautas: sua vida, suas lutas*. Rio de Janeiro: Sindicato Nacional dos Aeronautas, 1995, p. 18.

pelo Decreto nº 30.111, de 29/10/51, que trouxe nova redação ao Capítulo VIII do Regulamento do Tráfego Aéreo, estabelecendo, pela primeira vez, em seu artigo 64, parágrafo único, a contagem de tempo de voo, computada calço-a-calço²¹⁷. Introduziu também sanções, tanto para as empresas quanto para os tripulantes que transgredissem a referida regulamentação (ANDRADE, 1982).

A Portaria nº 701/DAC, de 22/09/60, trouxe instruções regulando a composição das tripulações, a habilidade exigida dos tripulantes de voo e a duração do trabalho nos serviços domésticos e internacionais. A regulamentação da profissão do aeronauta foi solidificada pelo Decreto nº 50.660 de 29/05/1961 e alterada pela Portaria nº 778, de 05 de agosto de 1961, de autoria dos Ministros de Estado dos Negócios da Aeronáutica e do Trabalho e Previdência Social e, em seguida, pelo Decreto nº 1.304 de 06/08/62.

Posteriormente, surgiu o Decreto-lei nº 18, de 24/08/66, que foi alterado, a seguir, pelo Decreto-lei nº 78, de 08/12/66, que trouxe mudanças nas horas de trabalho dos tripulantes de aviões civis, e o Decreto nº 60.076, de 16/01/67, que veio regulamentar o Decreto-lei nº 18/66. Já a Lei nº 5.929, de 30/10/1973, alterou o art. 27 do Decreto-lei nº 18/66, no tocante à transferência, provisória ou permanente do aeronauta, de sua base domiciliar. Até chegar à versão atual, a Regulamentação Profissional do Aeronauta passou por muitas alterações. A Lei nº 7.183, de 05 de abril de 1984, é o instrumento que regulamenta, hoje, a diferenciação da categoria do aeronauta em relação às demais, em alguns pontos referentes ao trabalho, como: regime de trabalho, remuneração, concessões e transferência.

Quanto à Portaria nº 3016, de 05 de fevereiro de 1988, expedida pelos Ministros de Estado do Trabalho e da Aeronáutica, ela traz instruções para execução da Lei nº 7.183/84, de 05/04/1984.

5.1.1 Os tipos de tripulação e o tripulante extra

Barros (2005) descreve que de acordo com o art. 8º da lei Lei nº 7.183/84, dos aeronautas, o conceito de tripulação, que é: [...] o conjunto de tripulantes que exercem função

²¹⁷ *A expressão calço-a-calço refere-se ao período de tempo compreendido entre o início do deslocamento de uma aeronave para decolagem, até o momento em que se mobiliza, ao término do voo, para as aeronaves de asa fixa ou o período de tempo compreendido entre a partida dos motores para a decolagem até o corte dos motores, para aeronave de asa rotativa. Um operador de terra retira um calço do avião permitindo-o se deslocar. Quando acaba de estacionar, na chegada, um operador de terra põe imediatamente os calços nas rodas de modo que a aeronave não se movimente mais (à mercê do vento, principalmente)-Nota do autor.*

a bordo de uma aeronave . As tripulações classificam-se em mínima, simples, composta e de revezamento. Já a duração da sua jornada de trabalho tem relação direta com o tipo de tripulação que irá compor. Assim, uma tripulação mínima, é aquela exigida pelo fabricante da aeronave, constante do manual de operações e homologada pelo órgão competente do Comando da Aeronáutica. É utilizada basicamente em vôos locais de instrução, de experiência, de vistoria e de traslado. É utilizada também na maioria dos vôos cargueiros.

A tripulação simples é uma tripulação mínima, acrescida de tripulantes necessários à realização do vôo. Assim, na maioria dos vôos de passageiros, será necessário acrescentar a tripulação mínima com comissários, com exceções das aeronaves de pequeno porte e da maioria dos helicópteros. A tripulação composta é uma tripulação simples, acrescida de mais um piloto em nível de comando e mais um mecânico de vôo, quando o equipamento assim o exigir; e acrescida de no mínimo 25% (vinte e cinco por cento) do número de comissários. O empregador deverá assegurar aos tripulantes acrescentados à tripulação simples, poltronas reclináveis para o descanso a bordo.(Ibidem, parágrafo único do artigo 12.)

As tripulações compostas só podem ser utilizadas nos vôos internacionais e excepcionalmente em vôos domésticos, para atender atrasos ocasionados por condições meteorológicas ou por trabalhos de manutenção. A tripulação de revezamento é uma tripulação simples, acrescida de mais um piloto em nível de comando, mais um co-piloto e mais um mecânico de vôo, quando o equipamento assim o exigir; e mais 50% (cinquenta por cento) do número de comissários. O empregador deverá assegurar aos pilotos e mecânico de vôo, acrescentados à tripulação simples acomodações para o descanso horizontal e, para os comissários, assentos reclináveis em número igual à metade do seu número

As tripulações de revezamento só poderão ser utilizadas nos vôos internacionais. Quanto ao descanso a bordo, nos vôos efetuados por tripulação composta ou de revezamento, a lei apenas determina ao empregador, a necessidade de se assegurar aos tripulantes acrescentados à tripulação simples, um local específico para o descanso, não especificando regras para a execução deste descanso, bem como sua duração ou divisão do tempo de vôo para o descanso da tripulação. Na prática, as empresas que operam rotas internacionais, costumam dividir o tempo para o descanso, em dois turnos para os tripulantes técnicos e, em dois ou três turnos para os tripulantes comerciais (comissários). Esse tempo para o descanso, para os tripulantes técnicos, compreende o período de tempo de vôo computado a partir do nivelamento da aeronave até o momento que antecede a operação de descida da aeronave para pouso, sendo que, para os comissários, o tempo para o descanso, é computado após a conclusão do primeiro serviço de bordo até o momento que antecede o início do último serviço de bordo.

Naturalmente que, essas regras, por não estarem regulamentadas por lei ou portaria, ficam a critério exclusivo do empregador.

A Convenção Coletiva de Trabalho dos aeronautas da aviação regular estipula na sua cláusula nº 48, regras quanto à localização e privacidade dos assentos destinados ao descanso a bordo, dos comissários. desse modo, os assentos deverão reclinar até o mesmo ângulo dos destinados aos passageiros da classe executiva, e não deverão ser localizados próximos dos banheiros *toilettes* e dos locais destinados ao preparo do serviço de bordo.

Embora a Convenção Coletiva não faça referência ao local destinado ao descanso horizontal dos tripulantes técnicos nas tripulações de revezamento, deve ser observada a mesma regra quanto à localização e privacidade, por questão de bom senso⁹. O descanso horizontal, em geral, exige um projeto todo especial de disposição do espaço físico no interior das aeronaves, que costumam não ter muito espaço disponível. O mais comum, é a construção de um pequeno local “*bunker*”, contendo 02 (duas) camas superpostas. Algumas empresas aéreas, utilizam os assentos da primeira classe para substituir os “*bunkeres*”, posto que tais assentos transformam-se em camas, embora, a questão da privacidade fique comprometida.

Na origem do voo, e até o limite de 03 (três) horas da apresentação da tripulação previamente escalada, o tipo de tripulação poderá ser modificado. Ocorrendo a modificação do tipo de tripulação, a contagem de tempo para aferir o limite da jornada da nova tripulação modificada será a partir da hora da apresentação da tripulação original ou do tripulante de reforço, levando-se em consideração o que ocorreu primeiro.

No que se refere ao “tripulante extra”, sua definição encontra-se no *caput* do art. 4º da Lei nº 7.183/84, que é o aeronauta que se desloca a bordo de aeronave, a serviço de sua empresa, sem exercer função durante o deslocamento. Esta definição, somente se aplica ao aeronauta de empresa de transporte aéreo regular, haja vista, que os demais aeronautas de empresa de transporte aéreo não regular, como: táxi-aéreo, aviação executiva, aviação geral, a portaria Interministerial nº 3.016/88 faz distinção entre tripulantes técnicos e não-técnicos, nos seus artigos 7º e 8º. São considerados tripulantes técnicos: o comandante, o co-piloto, o mecânico de voo, o navegador, o radioperador, o piloto instrutor de voo e o piloto credenciado; não-técnicos: o comissário e o operador de equipamentos especiais ou de serviço especializado, como, aerofotogrametria, ambulância aérea, agrícola e etc., somente terá a designação de tripulante extra, quando se deslocar a serviço de sua empresa, em aeronave da própria empresa (Lei nº 7.183/84, parágrafo único do art. 4º). Isto significa, que, se deslocando o aeronauta destes segmentos, à serviço de sua empresa, porém a bordo de aeronave de empresa

congênera não será considerado tripulante extra e conseqüentemente, não terá esse tempo computado como de serviço efetivo para a jornada de trabalho.

Esse tratamento diferenciado é incompreensível, já que o aeronauta, que se desloca a serviço da empresa estará a disposição do seu empregador, quer esteja a bordo de aeronave da empresa ou de outra empresa, devendo esse período ser considerado como de serviço efetivo. No entanto, como a lei não reconhece como deslocamento de tripulante extra o realizado por aeronauta da aviação não-regular, mesmo que a serviço de sua empresa, mas a bordo de aeronave de outra empresa, acarreta que esse período não será computado na duração de trabalho desse aeronauta, conforme disposto no *caput* do art. 23 da Lei nº 7.183/84. O que sem dúvida, não faz o menor sentido, sendo uma diferenciação que põe em desvantagem o aeronauta do serviço de táxi aéreo e serviços especializados em relação ao aeronauta da aviação regular.

5.1.2 A viagem e a transferência do aeronauta

Segundo a Lei nº 7.183/84, viagem é “.. o trabalho realizado pelo tripulante, contado desde a saída de sua base até o regresso à mesma”. Uma viagem pode compreender uma ou mais jornadas, assim como é possível que em uma única jornada ocorram várias viagens. O exemplo mais conhecido é o da Ponte-Aérea Rio - São Paulo. Um tripulante com base no Rio de Jan., que trabalhe na Ponte-Aérea, executando a seguinte escala de vôo: RIO/SAO/RIO/SAO/RIO, terá concluído duas viagens em uma única jornada de trabalho. Por outro lado, a conclusão da viagem não significa necessariamente a conclusão do serviço, pois a escala previamente programada do aeronauta pode trazer uma combinação de vôos passando por sua base, sem que o mesmo seja dispensado do serviço. O empregador pode exigir do tripulante, na hipótese de realização ou conclusão de serviços inadiáveis, uma complementação de vôo, desde que respeitados os limites da jornada, e sem trazer prejuízo da sua programação subsequente.

Quanto à transferência do aeronauta, ela poderá ser provisória ou permanente. Entende-se como provisória, o deslocamento do aeronauta de sua base para prestação de serviços temporários, sem mudança de domicílio, pelo período mínimo de 30 (trinta) até 120 (cento e vinte) dias; e permanente, o deslocamento do aeronauta de sua base, por período superior a 120 (cento e vinte) dias, com mudança de domicílio. O interstício entre transferências

provisórias é de 180 (cento e oitenta) dias e, entre transferências permanentes, é de 02 (dois) anos. O empregador deverá notificar o aeronauta com antecedência mínima de 15 (quinze) dias, na transferência provisória. E, com antecedência mínima de 60 (sessenta) dias, na transferência permanente. Todas as despesas com acomodações, alimentação e transporte serão asseguradas ao aeronauta pelo empregador, na transferência provisória. Na transferência permanente, o empregador assegurará ao aeronauta: ajuda de custo não inferior a quatro vezes o valor do salário mensal; transporte aéreo para si e seus dependentes; translação da respectiva bagagem e dispensa de 8 (oito) dias, dentro dos 60 (sessenta) dias seguintes à sua chegada à nova base.

A cláusula nº 31 da Convenção Coletiva de Trabalho da Aviação Regular assegura estabilidade de um ano ao empregado transferido em caráter permanente por iniciativa do empregador.

5.1.3 O regime de trabalho do aeronauta

O aeronauta trabalha em regime de rodízio e em turnos compatíveis com a higiene e segurança do trabalho, conforme disposto no art. 18 da Lei nº 7.183/84. Destarte, ele trabalha em turnos ininterruptos de revezamento, embora exista divergência quanto a este posicionamento. Os Tribunais, por vezes, não têm reconhecido o trabalho do aeronauta como sendo em turnos ininterruptos de revezamento, conforme Acórdão da 3ª Turma do TRT da 1ª Região: “O aeronauta que trabalha em escalas préestabelecidas não está enquadrado na hipótese de turnos ininterruptos de revezamento”. (*RO nº: 02252-2000-041-01-00-1-Relator Juiz Afrânio Peixoto Alves dos Santos*).

Entretanto, as empresas aéreas operam em atividade contínua, incluindo-se: trabalhos diurnos e noturnos; nos domingos e feriados; aeronautas trabalhando em horário misto; trabalhando em turnos formados por turmas previamente escaladas - as turmas são as tripulações de vôo - que se sucedem na utilização do mesmo equipamento; as jornadas não são interrompidas para alimentação e descanso. O fato de trabalhar com escalas preestabelecidas não descaracteriza o trabalho em turnos ininterruptos de revezamento, como de fato ocorre com os aeronautas. É de suma importância definir em que regime de trabalho está inserido o aeronauta. Isto porque, para se determinar a quantidade de horas extraordinárias a que faz jus, obviamente, será preciso determinar a que regime de jornada de

trabalho ele está submetido. O julgador, o perito, o advogado, deverá verificar caso a caso, porque dada à complexidade da atividade, dos diferentes segmentos da aviação civil, é possível encontrar aeronautas submetidos ao regime de jornada de trabalho normal, embora, em sua grande maioria, estejam submetidos ao regime de turnos ininterruptos de revezamento.

Segundo Martins (2002) apud Barros (2005) , “a palavra turno diz respeito ao empregado que presta serviços nessa condição, e não à empresa.” Refere-se também, à divisão da jornada. Já o trabalho realizado em turnos, de forma contínua e habitual, conceitua o que se entende por trabalho ininterrupto, assim como, será de revezamento, os serviços prestados pelo trabalhador em diferentes períodos (manhã, tarde ou noite), em forma de rodízio. O art. 18, da Lei nº 7.183/84, preceitua que o aeronauta deverá ser escalado em regime de rodízio e em turnos compatíveis com a higiene e segurança do trabalho. O rodízio refere-se aos diferentes períodos de trabalho do aeronauta. A Portaria Interministerial nº 3.016/88, repete, no *caput* do art. 22, a mesma redação do *caput* do art. 18 da lei dos aeronautas. Porém, acrescenta a seguinte orientação em seu parágrafo 1º:

“ A programação de rodízios e turnos obedecerá ao princípio de equidade na distribuição entre as diversas situações de trabalho, para que não haja discriminação entre os tripulantes no mesmo grupo de aeronautas com qualificações idênticas. ”

A determinação da prestação de serviços do aeronauta se dá mediante escala no mínimo semanal, por escala especial ou de convocação, ou mediante convocação por necessidade de serviço. (Cf. Lei nº 7.183/84, *caput*, do artigo 17). A escala semanal deverá ser divulgada com antecedência mínima de 02 (dois) dias para a primeira semana de cada mês, e 07 (sete) dias para as semanas subseqüentes. A escala de serviço deverá especificar todas as situações de trabalho nela contidas, sendo vedada a consignação de situações de trabalho e horários não definidos.

A aposentadoria especial

O início das lutas pela aposentadoria especial começou em 1956. Uma série de estudos e considerações foram realizadas, nesta mesma época, em todo mundo. Após inúmeras batalhas a Lei nº 3.501, de 21 de dezembro de 1958, regulamenta a aposentadoria dos aeronautas. Por fim, a Lei nº 3.807, de 26 de agosto de 1960, concedeu aos aeronautas o direito à aposentadoria especial " ao segurado que, contando no mínimo 45 (quarenta e cinco) anos de idade, tenha completado 25 (vinte e cinco) anos de serviço (PEREIRA, 1995).

Interessante ressaltar que os aeronautas, atualmente, lutam por tentar manter a aposentadoria diferenciada dos demais trabalhadores. Em decorrência da reforma prevista pelo "Governo Fernando Henrique", tramita no Senado a possibilidade dos aviadores perderem este direito. Para Giannotti (1995), a retirada da aposentadoria especial aos 25 anos e o fim da jornada diária de seis horas fazem parte dos objetivos de maximização dos lucros e minimização dos custos das empresas e tem encontrado apoio no "Governo Fernando Henrique".

5.1.4 A gravidez- Aspectos legais e trabalhistas

O artigo 67.73 (Requisitos ginecológicos e obstétricos) Do Regulamento Brasileiro Da Aviação Civil Rbac N° 67 Emenda N° 00 é radical neste sentido de autorização para a mulher exercer a profissão enquanto grávida: Não tem autorização aeronáutica civil e/ou militar para exercer suas atividades no trabalho remunerado ou obrigatório (militar). Os sub-artigos dizem:

- solicitante que sofre de transtornos ginecológicos que provavelmente interfiram no exercício seguro das atribuições correspondentes a sua licença e habilitação, será considerada incapaz.
- As aeronavegantes civis deverão trazer nas revalidações dos seus CCF²¹⁸ laudo de exame ginecológico preventivo anual emitido por especialista, firmado com carimbo constando o número do CRM²¹⁹ ao qual pertence. Exames Ginecológicos em prazos menores serão exigidos somente por indicação clínica.
- As inspecionandas de qualquer categoria de CCF ficarão obrigadas à realização de Testes Imunológicos de Gravidez em todas as inspeções de saúde, antes de se submeterem a exame radiológico ou não. Deverão preencher o *FORMULÁRIO DE*

²¹⁸ CCF- Certificados de Capacidade Física

²¹⁹ CRM-Conselho Regional de Medicina

EXAME GINECOLÓGICO existente nas JES²²⁰. Entretanto, o item 3 desse formulário será realizado por Ginecologista particular e o seu resultado será apresentado com a assinatura do especialista e o carimbo constando o número do Conselho Regional de Medicina (CRM) ao qual pertence. Esse formulário ficará anexo à FIS²²¹.

- A gravidez, durante seu curso, é motivo de incapacidade para exercício da atividade aérea, ficando automaticamente cancelada a validade do CCF. Depois do término da gravidez, só poderá retornar às suas atividades normais após submeter-se à perícia médica específica numa JES.
- Depois do parto cesariano, não se permitirá que a solicitante exerça as atribuições correspondentes à sua licença até que se submeta a uma nova avaliação ginecológica, em conformidade com as melhores práticas médicas, e a Junta Médica tenha determinado que possa exercer de forma segura as atribuições correspondentes a sua licença e habilitação.

²²⁰ JES - Junta Especial de Saúde

²²¹ FIS- Ficha De Inspeção De Saúde

5.2 O trabalho prescrito e o trabalho real do piloto de aeronaves

O trabalho prescrito e o trabalho real

Este sub-capítulo apresentará as características 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.

5.2.1 A atividade do piloto

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 CENTRO NACIONAL DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES (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.

5.2.2 Descrição da tarefa do piloto

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 voo da empresa, visam também divulgar os regulamentos oficiais brasileiros e internacionais.

Situação de trabalho

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.

O quadro 5 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	<ul style="list-style-type: none"> •Escala •Condições metereológicas •Carga do avião •Etapas do voo •Equipamentos •Apresentação da tripulação ao comandante 	<ul style="list-style-type: none"> •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	<ul style="list-style-type: none"> •Relatório do voo anterior da aeronave •Checks do equipamento •Autorização de decolagens, níveis e pouso 	<ul style="list-style-type: none"> •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	<ul style="list-style-type: none"> •Cumprimento da etapa de voo 	<ul style="list-style-type: none"> •Execução do voo dentro das padronizações de segurança, economia e conforto

Quadro 5- 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 vãos a serem realizados. A partir desta relacionam-se a remuneração, as folgas e os vãos.

Características do trabalho do piloto

O CENTRO NACIONAL DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES (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:

- a. onze horas, se integrante de uma tripulação mínima ou simples;
- b. quatorze horas, se integrante de uma tripulação composta; e
- c. vinte horas, se integrante de uma tripulação de revezamento.

Durante a viagem, o comandante terá direito à alimentação, em terra ou em vôo, 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 vôo, ser servida com intervalo máximo de 4 (quatro) horas. No período deste estudo do CENTRO NACIONAL DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES, 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 agridem 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 vôo, o melhor atendimento ao usuário e o bem-estar do funcionário dentro da empresa. O quadro 6 apresenta os itens relacionados ao comandante, de acordo com o Manual de Operações da Empresa:

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:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vôo local: O comandante deverá apresentar-se no Despacho Operacional (D.O.) 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 D.O 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; ▪ Vôo 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 vôo:	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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 • Toda tripulação deverá acatar a autoridade do comandante desde a apresentação até o término da viagem, inclusive pernoites.

Quadro 6- Itens relacionados às tarefas e à responsabilidade do comandante

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

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 vôo.

No avião, antes de decolar são checados os s 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 vôo. 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 vôo.

O vôo tem início quando se fecham as portas do avião. Cada etapa do vôo consiste de procedimentos distintos, porém a decolagem e o pouso são apontados como os momentos mais críticos. Durante o vôo 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 microfones, “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.

PARTE III: UMA ANÁLISE CRÍTICA - O SER HUMANO CONTROLANDO MÁQUINAS COMPLEXAS E OS EFEITOS NA SUA SAÚDE FÍSICA E MENTAL

Esta parte da tese aborda os condicionantes da saúde dos pilotos . Foram considerados amplamente todos os vetores que pressionam sua vida profissional, a situação potencial para desempenho em uma emergência que conduz a uma eventual desordem emocional e da incapacidade de controle da aeronave

Capítulo 6 - A saúde dos pilotos

Para que a tarefa deste profissional seja cumprida existe um custo fisiológico e emocional considerável. Nesta parte é discutido o cenário do trabalho e a saúde do trabalhador sob o ponto de vista sistêmico. Este capítulo estuda as implicações do trabalho e da aviação moderna, no agravo e na desordem física e mental dos pilotos de aeronaves e a importância dos problemas decorrentes da continuidade e permanência do trabalhador no seu posto de trabalho e trata dos demais agravos na saúde é contraposto aos saberes decorrentes exclusivamente da profissão e do vôo. Aqui os agravos na saúde relacionado aos aspectos mentais e físicos dos aeronautas versus saberes da tecnologia, ergonomia e fisiologia e das exigências de uma sociedade de risco

6.1 Estudo sistêmico do trabalho do aeronauta no meio econômico-técnico-social no Brasil

As informações históricas sobre os pilotos nas investigações de acidentes referem-se principalmente às ações que foram uma causa ou um fator contribuinte de um acidente. No entanto, detalhes sobre as ações ou comportamentos que podem ter levado a um acidente, causalidade dados questões relacionadas com o desempenho humano e quaisquer fatores subjacentes explicativos também são considerados. As informações contidas nestas categorias podem e devem ser pensadas buscando as razões por que o desempenho humano contribuiu

para o acidente. Por exemplo, se um piloto perdeu o controle e ficou desorientado com uma aeronave em vôo visual em situação de condições de vôo apoiados em instrumentos, a incapacidade do piloto em manter o controle seria citado como uma "causa", na categoria pessoal e planejamento. A tomada de decisão provavelmente também é atribuída ao desempenho humano.

A Federal Aviation Administration investigou em 2003 1431 acidentes concluindo que a causa ou fator contribuinte mais determinante é atribuída ao desempenho humano. As causas / fatores mais freqüentemente citados foram perda de controle de aeronaves (71%), seguido pelo planejamento e tomada de decisão (37%) e da má utilização de equipamentos em aeronaves (11%). Problemas relacionados com a qualificação do pessoal foram citados em cerca de 32% dos 157 acidentes com subjacentes fatores explicativos relacionados ao desempenho humano. Nos casos de qualificação, as questões mais significativas incluíam a falta de experiência total, a falta de experiência recente e a falta de certificação.

6.1.1 Aspectos institucionais mascaram os problemas no meio de transporte aéreo

Como descreve Barros (2005) em seu trabalho sobre o trabalho do aeronauta brasileiro, este começou a ter reconhecimento a partir do Decreto nº 20.913 de 06/01/1932, o qual estipulava que a aeronave deveria ser tripulada por brasileiros, embora permitisse que os estrangeiros trabalhassem, em caráter provisório, na ausência de aeronautas nacionais. Nesta época os aviões eram tripulados por estrangeiros, só se modificando o quadro, de fato, em 1942.

O tempo de trabalho foi, pela primeira vez, regulamentado em 09/12/41 pelo Decreto nº 8.352. Antes, os direitos e deveres seguiam orientação particular de cada empresa. Deste modo, o estabelecido "Regulamento de Tráfego Aéreo" limitava as horas de vôo de um piloto-comandante em 85 h/mês e a 1000 h/ano. Os demais pilotos podiam voar 100 h/mês. Todavia, nenhum piloto poderia exceder mais de 8 horas durante um período consecutivo de 24 horas, nem mais de 30 horas durante sete dias seguidos. O período de descanso era de, pelo menos, 12 horas entre os vôos e de 24 horas a cada sete dias.

Em 1942, foi fundada a Associação Profissional dos Aeronautas do Distrito Federal que, posteriormente, em 1946, transformou-se no Sindicato de Aeronautas do Rio de Janeiro No

ano de 1947 o sindicato foi ampliado ao âmbito nacional e, assim, surgiu o Sindicato Nacional dos Aeronautas.

Este, porém, era um momento delicado. Devido aos acontecimentos da Segunda Guerra Mundial, o Brasil estava sob a ditadura de Getúlio Vargas. Embora, até onde se pôde verificar, não haja registros da influência destes fatos com a regulamentação ou organização sindical, é bem possível que tenham influenciado para uma regulamentação desfavorável ao trabalhador, bem como, o impedimento da criação do sindicato autêntico.

Já no ano de 1947, o Sindicato discutia o empenho das empresas, devido à guerra de mercado por tarifas e horários, em forçar aos aeronautas a realização de vôos noturnos e, muitas vezes, em rotas desprovidas da adequada segurança. De fato, o problema só acabou sendo tratado quando ocorreu um acidente com uma aeronave DC-3 da Cruzeiro do Sul, em 1948.

Em 1949, um acidente com um DC-3 da Real marcou a irresponsabilidade da empresa, frente aos trágicos acontecimentos. A busca da realização do serviço comercial, lucrativo e a concorrência tornaram nítidas as coações nas empresas. Pereira (1995) comenta que o regime de coação poderia ser resumido na frase expressada pelos diretores, quando os pilotos recusavam a realização de vôos inseguros: “faz o vôo ou vai para a rua”.

Como registra Barros (2005), em outro acidente ocorrido em 1957, com uma aeronave C-47 (Douglas DC-3), tem como uma das causas a "coação psicológica existente na aviação comercial do país, determinada pela falta de procura no mercado de trabalho, principalmente na função especializada do piloto" segundo uma citação que se refere às causas indiretas concluídas por Elio F. Barros no relatório das investigações do acidente págs. 276, apud Pereira, (1995).

6.1.2 Os construtos sociais e políticos e os fenômenos associados ao ambiente do trabalho

Em 1992 uma equipe técnica formada por técnicos de aviação, ergonomistas, professores e médicos pesquisadores do Departamento de Serviço Social da Associação de Pilotos da Varig (APVAR) e da Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho (FUNDACENTRO) do Rio Grande do Sul, começaram a acompanhar 21 pilotos voluntários de grandes empresas aéreas em seus vôos de longa distância, cruzando o Pacífico. Os pilotos foram divididos em dois grupos: um que descansava e outro que não descansava durante os

vôos. A cada piloto do grupo que descansava foi reservado um período de 40 minutos durante o vôo para um cochilo. Por questão de segurança, esse período sempre começava pelo menos uma hora depois da decolagem e terminava uma hora antes do pouso. O grupo que não descansava foi instruído a continuar trabalhando. Dois pesquisadores simultaneamente monitoraram cada equipe de três pessoas pelo período de quatro a oito etapas, durante doze dias. Cada etapa de vôo tinha aproximadamente nove horas, seguidas de 24 horas de descanso. As etapas estudadas incluíram dois vôos para o sentido leste e dois vôos para o sentido oeste e alguns vôos noturnos. Eletrodos foram conectados aos pilotos e gravaram continuamente suas ondas cerebrais e movimentos dos olhos.

O grupo que descansou, adormeceu em aproximadamente seis minutos e dormiu de fato em média 26 minutos. A rapidez com que adormeceram mostrou que eles já estavam cansados. Os períodos de descanso foram limitados a 40 minutos, para evitar que os pilotos entrassem numa fase de sono profundo. Entre outras coisas, o estudo mediu o grau de alerta, incluindo a capacidade de estar acordado. No grupo que não descansou foram registrados 120 episódios de “microsono” (período de ausência de consciência por alguns segundos), incluindo 22 episódios durante a descida ou o pouso, cada um durando cinco segundos ou mais. O grupo que descansou apresentou apenas cinco episódios de cochilos curtos, nenhum deles durante a descida ou o pouso. Os pesquisadores perceberam, com alguma surpresa, que o grupo que não descansou caiu no sono em cinco ocasiões nas quais haviam sido solicitados a continuar trabalhando, mesmo com sensores fixados ao corpo e com dois observadores externos olhando “sobre seus ombros”. Estudos corroboraram outras investigações precedentes que evidenciaram o fato de, independentemente do treinamento, do profissionalismo ou de se ter os recursos materiais corretos, situações de cansaço podem ocasionar sono descontrolado e espontâneo. Um grande número de histórias descritas pelos pilotos sobre fadiga crônica associada à privação do sono foi registrado durante este estudo.

6.2 As implicações das desordem física e mental mais comuns nos aeronautas

Rosenfield (2002) cita que o campo da saúde mental tem feito muitos progressos, especialmente desde 1980. Estes desenvolvimentos incluem uma maior compreensão da função do cérebro através do estudo da neurociência, o desenvolvimento de novos medicamentos e terapias eficazes, bem como a padronização de códigos diagnósticos para doenças mentais e que são tratados dentro do paradigma biomédico. No entanto, muitas questões permanecem sem resposta sobre a saúde mental, e muitas pessoas ao redor do mundo não são capazes de beneficiar do conhecimento e os tratamentos que estão disponíveis, pois existem os aspectos da determinação social. A Tabela 2 apresenta a prevalência de agravos em saúde nos pilotos (ALMEIDA, 2002).

Doenças (CID-10)	1999			2000			2001		
	n	% da população	OR	n	% da população	OR	n	% da população	OR
Doenças do apar. Circulatório	25	0,79	1,14	27	0,33	1,01	20	0,66	1,48
Transtornos mentais	9	0,29	1,06	24	0,29	2,41	21	0,69	4,25
Lesões ou causas externas	8	0,25	0,65	7	0,08	0,47	14	0,46	1,90
Doenças do ouvido	7	0,22	15,76	5	0,06	10,00	2	0,07	8,96
Doenças do sist. osteomuscular	2	0,06	0,44	6	0,07	1,04	9	0,30	3,00
Neoplasias	4	0,13	0,56	2	0,02	0,21	1	0,03	0,21

Tab. 2. Distribuição da prevalência de doenças entre pilotos
Fonte: Sistema de controle de saúde da Aeronáutica (2001).

Neste quadro, o “n” significa o número de casos; “% da população” os valores percentuais em relação ao total de aeronautas (pilotos e comissários) inspecionados; e, “OR” a razão de chances confrontado a partir dos valores de morbidade hospitalar do SUS.

6.2.1 Aspectos psicológicos

A figura 71, em uma representação metafórica, sintetiza as diversas e inexplicáveis funções da mente e do mundo que nos cerca. O cérebro pode perfeitamente ser dissecado e até explicado mas na realidade, a mente só pode ser compreendida por linhas teóricas. Como uma pintura que serve de lembrança do efeito que cada ato tem sobre sua mente, cada pecado expresso com o desfigurar da forma marcada por sinais da vida e dos martírios ou das aflições conforme buscado na obra “O retrato de Dorian Gray” de Oscar Wilde²²² (figura 71). A dicotomia do ser social e do poder ser social onde o conflito do interior do indivíduo não revela, no seu ambiente de trabalho, o que realmente se passa neste invisível contexto de frágil equilíbrio de forças, informações e emoções que produz um construído e artificial esteriótipo.



Figura 71- O retrato de Dorian Gray- A metáfora dicotômica do sibolismo exterior/interior do indivíduo e seu esteriótipo artificial na sociedade

Fonte: Creative Commons Attribution/Share-Alike (2009)

²²² Nesta história Oscar Wilde, acontece uma gradual destruição da figura no quadro, representativa da alma de Dorian Gray, que a cada dia que passa, perde-se ainda mais no abismo da sua vida. Havia formulado um desejo de permanecer sempre jovem e de que o retrato envelhecesse. O rosto daquela tela suportava o peso de suas paixões e de seus pecados e a imagem pintada seria estigmatizada com as marcas da dor e dos pensamentos. Tal como a mente de uma pessoa perante as azáfanas da vida.

6.2.2 *A desordem mental*

Afirmam Powers et al. (2002) que sete em dez americanos com uma doença mental não recebem tratamento. E proseguem, alertando que preconceitos contra a doença mental e contra a falta de sensibilização da opinião pública estão entre os obstáculos que limitam o acesso ao tratamento que afetam o desejo do indivíduo na procura de cuidados. Menos pessoas com doenças psiquiátricas graves foram institucionalizadas nos Estados Unidos no ano 2000 do que em 1980, mas limitados recursos da comunidade ainda não satisfeitas tratamento existentes necessidades. Mais de um terço dos sem-abrigo nos Estados Unidos têm uma doença mental grave. A prevalência da demência está aumentando à medida que as pessoas vivem mais tempo, acrescentando a necessidade de mais recursos. Um dos principais desafios para o campo da saúde mental é superar o abismo entre uma compreensão cada vez mais sofisticada e o tratamento da doença mental e da disponibilização e operacionalização desses avanços aos indivíduos e às populações carentes.

Causas de agravo em saúde que limitam a atividade profissional.

Doenças Mentais são um importante problema de saúde pública. Elas afetam negativamente o funcionamento, a produtividade econômica, a capacidade de relações saudáveis e familiares, a saúde física, bem como a qualidade global de vida. Eles atravessam etnias socioeconômicas e aspectos que afetam uma percentagem significativa de comunidades em todo o mundo. Estas doenças tendem a se desenvolver e se manifestar no início da vida adulta, levando muitas vezes o impedimento dos indivíduos de ter uma vida plena e produtiva. O National Comorbidity Survey de 1994 encontrou em quase metade dos indivíduos, na sua amostra aleatória em um estudo realizado nos Estados Unidos, um distúrbio psiquiátrico ao longo da vida, e quase 30 por cento já tinham manifestado uma no passado.

A Organização Mundial de Saúde (WORLD HEALTH REPORT, 1998) indicava que humor e de ansiedade estavam entre as principais causas de morbidade e transtornos de humor se encontrava como a principal causa de agravo em saúde que limita a atividade profissional. Transtornos mentais são responsáveis por um quarto do quadro mundial de

deficiência e afastamento do trabalho. Comorbidade (com mais de uma doença) é comum e ainda aumenta o risco de deficiência. O suicídio é a oitava causa de morte nos Estados Unidos e a terceira principal causa nas quinze para vinte e quatro anos de idade, de faixa etária. Mais pessoas morrem por suicídio do que homicídio. Cassorla (1994) afirma que no Brasil, a autodestruição social aparece de forma evidente: A par desta realidade, Araújo (1992), mostra que as mortes por causas externas notificadas passaram de 2,6%, entre todos os óbitos, em 1930, para 14,85%, em 1986.

Segundo Marques et al. (1993), um estudo sobre intoxicações e envenenamentos acidentais no Brasil evidencia que as mortes por acidentes de transporte têm sido as mais freqüentes entre as causas externas (30%), seguidas por homicídios (23%), lesões de intenção ignorada (16%) e suicídios (5%), entre 1985 e 1987. Hales et al. (2000) definem a saúde mental como a capacidade de pensar racionalmente e logicamente, e para lidar com as transições, traumas, e as perdas que ocorrem em todas as vidas, de formas que permitam o crescimento e estabilidade emocional.

Em geral, pessoas mentalmente saudáveis desenvolvem um valor próprio racional, percebendo a realidade como ela é, apto a aceitar suas limitações e possibilidades, respondendo aos seus desafios, onde exercem as suas responsabilidades. São, desta forma, capazes de estabelecer e manter relações estreitas, e são capazes de lidar com os outros, prosseguindo os trabalhos que se adaptam a seu talento e formação, com uma sensação de preenchimento que torna os esforços da vida diária útil.

Uma gravidez saudável, com adequação aos preceitos sociais que participa de grupos regulares e estáveis onde todos contribuem para o desenvolvimento e manutenção da saúde mental. A saúde mental não implica a ausência de angústia e sofrimento, ou sociais em estrita conformidade. Saúde mental e doença, crenças idiossincráticas e delírios, tristeza e depressão, ansiedade e preocupação e grave mentira sobre um continuum. Um critério essencial para a definição de padrões comportamentais ou sintomas de sofrimento psíquico como um distúrbio mental é que eles se tornam significativos o suficiente para ser funcionalmente incapacitante e para impor substancial aumento dos riscos que se apresentam como uma importante perda de liberdade de sofrimento, como incapacidade ou morte (LINDZEY et al., 2000).

Tanto herança genética e fatores ambientais influenciam a vulnerabilidade de uma doença mental. Origens familiares onde estudos e pesquisas genéticas têm demonstrado, apesar de genes específicos, têm sido difíceis de identificar, e pode haver múltiplos genes envolvidos na maioria dos transtornos psiquiátricos. Eventos traumáticos ao longo da vida útil, incluindo

abuso ou negligência infantil, grandes perdas, violência, combate militar, e deslocamento (como entre as zonas urbanas ou desabrigadas wartime refugiados) são conhecidos de ameaçar a estabilidade mental. Estressores traumáticos, incluindo o desemprego, luto, e os problemas relacionais ou profissional, pode ter impacto na saúde mental. Deficiências nutricionais (como a vitamina B12), infecções (como sífilis e HIV - vírus da imunodeficiência humana) e intoxicação por metais pesados (como chumbo) todos podem causar síndromes psiquiátricas. Uso de drogas contribui significativamente para o agravamento ou mesmo indução de agravos neurocomportamentais que dificulta o seu tratamento. Problemas financeiros, desajustes familiares são condicionantes que se interligam àqueles relacionados ao trabalho nos processos mórbidos dos pilotos.

Emil Kraepelin (1856-1926) contribuiu para o desenvolvimento da categorização de doenças mentais, especialmente na distinção de agravos de longa duração e aqueles restritos a transtornos do humor. Sigmund Freud (1856-1939) desenvolveu a teoria da psicanálise, para quem os sintomas de transtornos psiquiátricos, assim como muitos fenômenos da vida diária, têm significados conformados pelo inconsciente. Erik Erikson (1902-1994) formulou uma teoria do desenvolvimento humano²²³, que evoluiu com crises em diferentes fases do ciclo de vida. A incapacidade de dominar estas manifestações que podem levar a várias formas de psicopatologia.

Neurocientistas têm demonstrado modelos moleculares da doença, que envolvem a genética e estados biopsicossociais que também foi estudado por George Engel na década de 1970, integra os aspectos biológicos, genéticos, e mecanismos moleculares da doença com um desenvolvimento psicológico compreensão da personalidade e da resposta ao estresse, assim como sociais, culturais e influências ambientais. (CAMPBELL, 2000).

Transtornos afetivos implicam em um padrão cíclico de humor com uma perturbação significativa. Um importante episódio depressivo pode ser precipitado por uma vida estressante, mas também pode se originar em fatores genéticos. Distúrbios de apetite, de sono, de energia, falta de concentração e desinteresse sexual são sintomas comuns. A maioria dos

²²³ *O âmago do trabalho de Erik Erikson reside na teoria contemporânea onde a teoria de ênfase dinâmica, também conhecida por teoria psicossocial enquadra-se no vasto quadro das teorias da personalidade. Em traços gerais é de se matizar que a personalidade é um conceito de índole dinâmica, global que vai entrosar com solidez factores biológicos específicos, como o temperamento e o carácter, apelando ao mesmo tempo para a unicidade e diferenciação do indivíduo. .. «as teorias da personalidade são tentativas de formular ou representar aspectos significativos do comportamento dos indivíduos e que a produtividade dessas tentativas deve ser julgada principalmente em termos de quão efectivamente elas servem como um estímulo para a pesquisa». Ver: Calvin S. Hall; Gardner Lindzey; John B. Campbell, Teorias da personalidade 2000: p.44e HALL, Calvin S.; LINDZEY, Gardner; CAMPBELL, John B. (2000) – Teorias da Personalidade. Trad. Maria Adriana Verissimo Veronese. 4ª ed. Porto Alegre: Artmed Editora.*

pacientes respondem ao tratamento com medicação antidepressiva e / ou psicoterapia. Uma pessoa que tem, a longo prazo (mais de dois anos), de pequenos a moderados sintomas depressivos podem ter distímia. Abuso de substâncias químicas, doenças (como o hipotireoidismo), ciclo de vida normal e eventos em que alterações hormonais são proeminentes (tais como o período pós-parto) pode provocar todos os sintomas de depressão e deve ser considerado cuidadosamente durante uma avaliação.(CAMPBELL et al., 2000).

Cerca de 1 por cento da população em geral tem transtorno bipolar, também chamado de distúrbio maníaco-depressivo, em que episódios maníacos estão presentes, bem como episódios depressivos.(LINDZEY et al., 2000). Mania é caracterizada por um humor irritável ou persistentemente elevados durante pelo menos uma semana, muitas vezes com diminuição da necessidade de sono, a rápida intervenção, impulsividade nos gastos e outros comportamentos, e grandiosidade. Nos mais graves episódios podem surgir, o que pode complicar o tratamento. Medicamentos antidepressivos, por si só, podem precipitar agravos em pacientes susceptíveis.

Na definição de Eisendrath et al. (1999), alguns transtornos são caracterizados pela ocorrência visível de sintomas como alucinações, delírios, comportamentos bizarros e, assim como sintomas de “negativismo”, tais como escassez de expressão, a pobreza de idéias, embotamento afetivo de expressão, bem como a piora funcional. Problemas cognitivos, como a desorganização do pensamento processual também ocorrem. Desordens mentais crônicas e debilitantes afetam cerca de um por cento da população mundial, independente da origem étnica ou cultural.

Os fatores de risco de um indivíduo nestas condições incluem uma história familiar e possivelmente estressores psicossociais. A causa exata ainda é desconhecida, mas é claro que certas áreas do cérebro estão envolvidas. Muitos dos afetados são incapazes de manter relações de trabalho ou exigir serviços de suporte para ajudá-los a gerir as necessidades básicas, tais como abrigos e alimentos. O tratamento inclui medicação abrangente, incluindo os serviços sociais de reabilitação social e profissional, se possível, e abuso de substâncias tratamento, se necessário. Nem medicamentos específicos foram mais capazes de tratar os sintomas em geral, com menos efeitos secundários, permitindo que muitas pessoas levem, neste ponto, uma vida produtiva. Alguns pacientes com agravos mentais como esquizofrenia também apresentam sintomas afetivos. Estes pacientes muitas vezes requerem um estabilizador humor.

Algumas condições médicas e alguns medicamentos também podem causar desvios de comportamento e deve ser considerada na avaliação e tratamento das psicoses. E prossegue

Eisendrath (1999), definindo que ansiedade está entre os transtornos psiquiátricos mais prevalentes na população em geral, e levar a esses transtornos tanto sofrimento psíquico e saúde aumentaram utilização.

Transtorno do pânico frequentemente manifestado com sintomas somáticos, como palpitações, dor no peito, náuseas, tremores, tonturas e falta de ar, e podem ser facilmente confundidos por um médico. Os pacientes desenvolvem persistentes preocupações sobre ter mais pânico. Alguns desenvolvem “*agorafobia*”, ou um medo de estar em lugares públicos onde os seus ataques podem ser acionados. Outros incluem fobias complexas, fobia simples, como o medo das alturas específicas ou animais, e fobia social, que é uma acentuada e persistente medo de algumas ou todas as situações sociais, tais como falar em público ou em curso em torno de outras pessoas em geral. Pessoas com transtornos tem comportamentos repetitivos ou atos mentais frequentemente acontecendo em resposta a uma obsessão.

Depois de uma experiência um evento traumático, no qual ameaça real ou a morte ou ferimento grave é testemunhada ou experiente, pode desenvolver um estresse pós-traumático. Lembranças intrusivas do evento (como pesadelos), evasão de lembretes do evento, e aumento de excitação (tais como uma maior vigilância para ameaças potenciais). Todos estes sinais podem causar aflição e comprometimento significativo na sequência de uma vasta gama de eventos traumáticos, incluindo um acidente, militares combatentes, a tortura, ou estupro. Transtorno de ansiedade generalizada é caracterizada pela ansiedade excessiva e persistente ou na preocupação com um número de eventos ou atividades, tais como o trabalho ou o desempenho escolar.

Este autor prossegue esclarecendo que o uso de substâncias químicas geram distúrbios que são bastante comuns e ocorrem em todos os segmentos da sociedade. Eles podem levar a acidentes, os crimes violentos e graves problemas na escola e no trabalho. Eles podem causar ou complicar várias doenças médicas e psiquiátricas. Insuficiência hepática, úlceras, ataques cardíacos, distúrbios cognitivos, e depressão estão entre os potenciais resultados de várias substâncias químicas.

Estes distúrbios representam grandes preocupações para a saúde pública, segurança pública, despesas de saúde, produtividade econômica, a gravidez e riscos, entre outros. Abuso de substância químicas é definido como um padrão mal indicado de uso continuado apesar da persistente ou recorrência social, profissional, psicológica, física ou problemas causados ou agravados pelo uso da substância químicas; ou recorrente utilização em situações que poderiam ser fisicamente perigosas (tais como dirigir enquanto intoxicado).

Com a dependência de substâncias químicas, sintomas de dependência física, como outros sintomas são muitas vezes presentes, e a pessoa passa uma grande parte do tempo envolvida em atividades relacionadas com a substância química, as utilizações maiores que a pretendida, onde não é capaz de reduzir o uso, e continua a utilizar a substância química com impactos negativos sociais, ocupacionais, ou problemas físicos relacionados a ela.

Os primeiros passos do tratamento envolvem desenvolvimento de introspecção, reconhecendo o problema, e querer mudar. Existem vários grupos de auto-ajuda (como Alcoólicos Anônimos), tratamento abrangente programas, intervenções psicossociais, e medicamentos que podem ajudar a levar a recuperação bem sucedida para a maioria das pessoas com transtornos de dependência.

Distúrbios na Infância incluem transtornos invasivos do desenvolvimento, tais como o autismo, e que ocorre em quatro de dez mil pessoas, retardo mental, que pode ser causado por uma variedade de anormalidades genéticas ou danos pré-natal e atenção com desordem de hiperatividade, e que pode levar a importantes problemas na escola e nas relações sociais. Abuso na Infância e negligência são tragicamente bastante comum. Estas podem ter grandes efeitos adversos sobre o desenvolvimento da personalidade, relacionamentos, e a capacidade de “funcionar” em todo o mundo. Sexo, raça, etnia e cultura são fatores importantes na determinação da expressão e de risco de transtornos mentais, e estes fatores também impactam o tratamento. Perturbações psiquiátricas são o principal fator de risco de suicídio, porém, variam significativamente, em função do sexo, idade, raça, religião, estado civil e cultura.

Alguns distúrbios são mais prevalentes nas mulheres, tais como depressão e transtornos alimentares, e em alguns homens, como a toxicodependência. Aspectos culturais podem influenciar os sintomas de sofrimento psíquico. Por exemplo, para muitos latinos, os nervos descrevem uma constelação de somatismos tipo ansiedade e sintomas depressivos. (EISENDRATH, 1999).

6.2.3 Desordens na saúde física-emocional do aeronauta piloto de aeronaves

Os transtornos emocionais e transtornos mentais podem produzir sinais e sintomas variados. (KESSLER et al., 2000). Alguns deles se refletem e são semelhantes aos observados nas condições físicas. Por exemplo, desmaios podem ser um sinal de pânico ou de baixa

pressão sanguínea enquanto sintomas mais desviantes de comportamento podem indicar toxico dependência. Comportamentos destrutivos são observados tais como auto-lesão .

Sinais e sintomas emocionais

Embora, segundo alguns autores, pequenas quantidades de estresse possam gerar benefícios como aumento da vigilância e uma melhoria na capacidade de concentração, um acúmulo de tensão causada pela frustração diária e os principais eventos da vida tem sido associada com vários problemas de saúde. Estudos realizados em tripulantes de aeronaves mostram que o estresse tem sido associado com falhas de pilotos (BILLINGS, 2004).

Estresse é a resposta do organismo às demandas, as pressões ou alterações. Causas de stress (estressores) podem ser grandes eventos da vida, como uma morte na família ou um novo emprego; agravos em curso, tais como uma doença crônica ou uma inflexível horário de trabalho, ou as irritações da vida quotidiana, tais como a exposição ao ruído e as vibrações do motor aeronave durante uma decolagem ou pouso de uma aeronave.

Cada encontro com um estressor provoca uma reação complexo que começa com um sinal do cérebro para o sistema nervoso autônomo, que controla funções corporais involuntárias, como respiração, frequência cardíaca e pressão arterial. O sinal do cérebro também desencadeia a liberação de hormônios - principalmente adrenalina e noradrenalina (também conhecida como epinefrina e norepinefrina) das glândulas adrenais - na corrente sanguínea para preparar o organismo para lidar com uma percepção ao perigo.

Em resposta a sinais do cérebro, aumenta a taxa de respiração para permitir que o organismo tenha mais em oxigênio, e aumenta a frequência cardíaca, a pressão arterial sobe, e alguns vasos sanguíneos se estreitam, direcionando sangue para os músculos e para o cérebro e de distância da pele e outros órgãos que não estão envolvidos na resposta à ameaça percebida.(para fornecer energia os músculos tornam-se tensos).

No entanto, a resposta ao estresse ocorre normalmente hoje em situações em que são consideravelmente inferiores à situação da vida em risco; e a repetida ativação ao estresse, ao invés de fornecer o impulso para uma ação serena, podem contribuir para graves problemas de saúde.

O corpo não sabe, no trabalho e no dia-a-dia da distinção entre a vida de risco nos eventos que vão gerar as situações estressantes", afirma um relatório publicado pela Harvard Medical

School Stress em novembro de 2002²²⁴ : “Ansiedade desencadeada por fontes não importantes fontes de estresse, tais como os medos infundados, não encontrando uma rápida libertação física e tende a construir-se como o dia em sucessões de situações superpostas. Antecipação de problemas potenciais, como a ansiedade divulgadas pelo governo sobre advertências da atividade terrorista ou problemas mais a nível pessoal decorrentes de espera de avaliação médica e seus resultados, acrescenta essência às turbulências estressantes do indivíduo. Os sintomas físicos e psicológicos do estresse - um apertar da mandíbula, tremido nos olhos, ansiedade criam uma imagem negativa, auto perpetuando o ciclo”.

A influência de fatores Psicológicos nos acidentes na aviação

Os condicionantes psicológicos que contribuem com acidentes com aeronaves chegam a quase oitenta por cento. A figura 72 apresenta os índices contributivos dos acidentes (de acordo com o CENTRO NACIONAL DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES²²⁵, 2007):

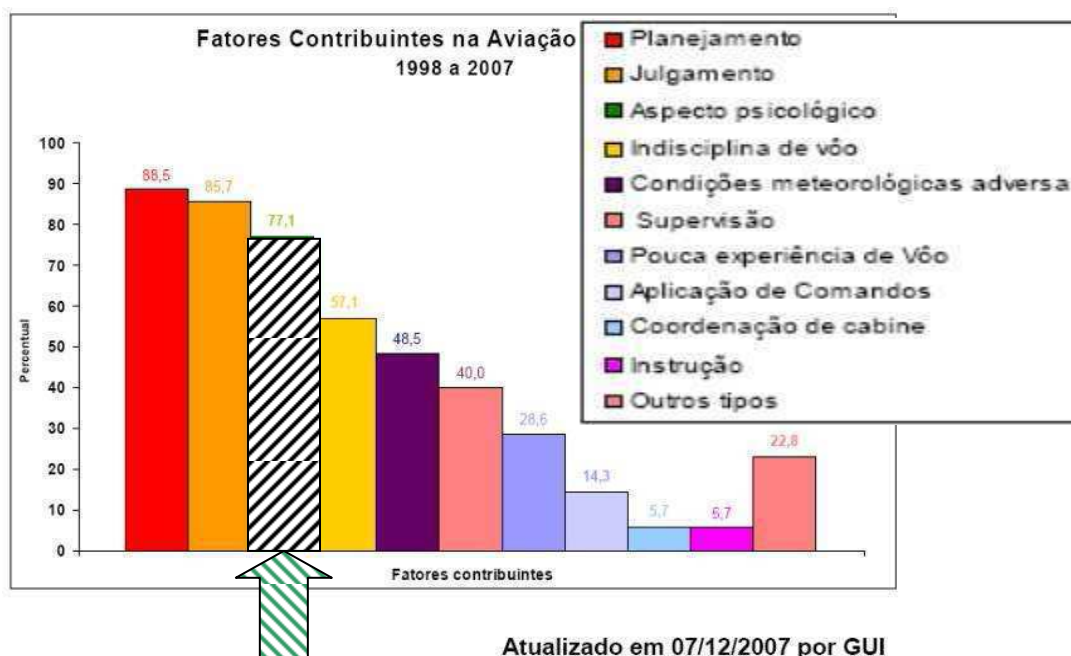


Fig. 72 - Elemento psicológico: 77 % presente nos acidentes de aviação segundo o Centro Nacional De Investigação E Prevenção De Acidentes
Fonte: Centro Nacional De Investigação E Prevenção De Acidentes (2007)

²²⁴ Harvard Medical School. *Stress Control: Techniques for Preventing and Easing Stress*. Boston, Massachusetts, U.S.: Harvard Health Publications, 2002.

²²⁵ CENIPA- Centro Nacional de Investigação e Prevenção de Acidentes

A ingestão do álcool e o vôo

O álcool pode agir no sentido de comprometer as faculdades humanas necessárias para a execução de tarefas de forma segura e eficaz. A ingestão de álcool influencia praticamente todos os sistemas do corpo humano de uma forma ou outra (GEOKAS, 1984). Os efeitos mais aparentes do álcool são geralmente resultado de seu efeito sobre nosso sistema nervoso central. O metabolismo de todos os outros sistemas do corpo é alterada, incluindo o trato gastro-intestinal, fígado e pâncreas, músculos, sangue, o coração, os órgãos do sistema endócrino, o sistema imunológico, o sistema respiratório, o equilíbrio de fluidos e eletrólitos e, possivelmente, até mesmo, a incidência de câncer. O efeito do álcool mais pertinentes para a aviação é o seu compromisso de uma variedade de funções do sistema nervoso central (Geokas, 1984)

Conseqüências da hipoglicemia produzida pelo álcool etílico.

A hipoglicemia é o estado de um menor nível de açúcar no sangue que o normal. Quando o nível de açúcar no sangue é inferior ao desempenho normal pode ser prejudicada devido ao açúcar para o sistema nervoso central a funcionar. Baixos níveis de açúcar no sangue não são compatíveis com a pilotagem segura de uma aeronave. Resultados da ingestão de álcool em uma redução dos níveis de açúcar no sangue por sua vez deu origem a pelo menos um acidente aéreo fatal conhecido (GIBBONS, 1966). A Insuficiência de desempenho devido ao álcool que induziu hipoglicemia é susceptível de contribuir para uma redução no vôo de segurança. O álcool pode afetar negativamente a segurança de vôo pois a sustentação da orientação espacial correta é um requisito importante durante o vôo.

Manter a orientação depende principalmente da visão, mas o aparelho vestibular e os órgãos sensoriais somáticas também contribuir. A perda de orientação espacial, chamado de desorientação espacial, pode levar à perda de controle da aeronave e um acidente terá resultado a menos que o controle é recuperado. (vide paginas 136 a 146).

A função do aparelho vestibular e sua interação com os olhos para manter a postura correta promove o equilíbrio que é prejudicado por níveis de álcool superiores a 0,04% (RIAN, 1970).

Altas doses de álcool podem retardar a supressão do nistagmo pós-rotatório²²⁶ (RIAN, 1970) enquanto é uma consideração importante nas manobras inclinadas das aeronaves e pode desempenhar um papel na desorientação espacial. O álcool ou de qualquer outro agente poderia causar distúrbio no sistema visual e no sistema vestibular gerando algum grau de incapacidade no piloto, e poderia levar à desorientação espacial e a um acidente com seu avião.

Tem sido tradicionalmente considerado que o álcool e a hipóxia relacionada à altitude tem um efeito sinérgico na insuficiência de desempenho. Uma série de mecanismos para estes efeitos foram propostos e trabalhos recentes tem contrariado esta hipótese (HANSEN, 1975). Mas parece provável que se houver diminuição do desempenho devido ao álcool em altitude inferior a 12.500 pés, que a taxa de absorção de álcool a partir do trato gastro-intestinal não é aumentada em tais altitudes. Enquanto o álcool e a hipóxia de altitude tanto pode prejudicar o desempenho dos pilotos não foi conclusivamente demonstrado que sua interação é nada mais que um aditivo na natureza²²⁷.

O alcoolismo entre pilotos

A ingestão de álcool provoca uma série de efeitos negativos que afetam os requisitos para o exercício profissional do piloto:

- **Efeitos imediatos:** Tolerância à aceleração radial – O corpo está sendo submetido a forças radiais durante um voo. Ao realizar uma curva bem feita²²⁸ em um avião, o piloto está exposto a uma força centrífuga devido à aceleração radial. Isso resulta em um aumento do seu peso. Altos níveis desta aceleração pode resultar no comprometimento da visão e

²²⁶ *Inclinar a Cabeça para trás e para o lado, estimula a prevalência (corrente ampulifuga) do canal semicircular superior, obtendo-se o **nistagmo pós-rotatório**. De acordo com Gibbons (1938) a exploração funcional dos canais semicirculares verticais pode ser realizada de duas maneiras distintas:*

a - Excitação simultânea dos quatro canais semicirculares verticais (superior direito, posterior direito, superior esquerdo e posterior esquerdo), através de rotação no plano frontal (eixo fronto-occipital) ou no plano sagital (eixo bitemporal). A rotação no plano frontal ocasionará nistagmo de direção rotatória anti-horária ou horária e, no plano sagital; o nistagmo resultante terá a direção vertical para cima ou para baixo.

b - Excitação exclusiva de um conjunto formado pelo canal superior de um lado e pelo canal posterior do lado oposto, através de rotação no plano fronto-sagital. O nistagmo resultante terá a direção fronto-sagital.

²²⁷ *Apesar destas opiniões científicas, na realidade, há um regulamento absoluto e bastante respeitado na aviação, que não se pode voar se bebeu nas últimas 24 horas. (crivo do autor).*

²²⁸ *Curva coordenada, “bola no centro” – significa que a aeronave mantém a força centrífuga atuando no centro de gravidade e perpendicular ao eixo vertical do aparelho (nota do autor).*

até mesmo inconsciência e como o sangue é incapaz de alcançar os olhos e o cérebro. Altos níveis de aceleração não são rotineiramente experimentados na aviação em geral, mas pode resultar de acrobacias aéreas, voltas íngremes ou manobras de emergência, ou vôo em espiral (descontrolado ou controlado). A ingestão de álcool reduz a tolerância a essa aceleração²²⁹ (Ernsting 1988).

- **Efeitos imediatos:** Interferência na dicção nas comunicações formais: A Comunicação de voz é um componente essencial para a maioria dos tipos de vôo. Um piloto depende de realizar a comunicação por rádio para o controle de tráfego e para trocar informações processuais, condições meteorológicas e avisos de segurança, assistência à navegação e aos procedimentos de emergência. Qualquer deficiência na capacidade de um piloto para falar ou entender a palavra falada pode ter um efeito direto sobre a segurança da aviação. A ingestão de álcool provoca alterações da fala, incluindo fala grossa, pastosa, dificuldade na fala, discurso repetitivo, voz baixa, voz rouca e fala lenta, resmungue e incoerente²³⁰ (Brenner, 1991).
- **Efeitos imediatos:** Risco de alterações na fala: A euforia induzida pelo álcool e o comprometimento do julgamento podem prejudicar um piloto e o fazer realizar as manobras que ele não iria executar enquanto sóbrio (Hawkins, 1987). Tentando essas manobras, enquanto o rendimento psicomotor está prejudicado, o pode levar a um acidente aéreo.
- **Efeitos Retardados|:** Ingestão recente de álcool (*Post Álcool*) causa insuficiência de desempenho mas não é sempre detectável. Esta condição é que equivale a colocar o termo *cefaléa pos-alcoolica*²³¹ (Hawkins, 1987).

²²⁹ Uma dose "moderada" vai deduzir o limite para 0,1 a 0,4 g²²⁹ e irá intensificar os sintomas produzidos pela manobra que produz aumento de G (ERNSTING 1988).

²³⁰ A memória, a fluência no uso e a qualidade nas associações de palavras também são prejudicadas pelo álcool nas comunicações de rádio. O piloto tem demonstrado ser prejudicado pelo álcool. Esse comprometimento foi encontrado em maior escala nos pilotos mais velhos do que os pilotos mais jovens. O álcool prejudicando em diversos aspectos da fala irá interferir com a eficiência da comunicação de aeronaves por rádio e na intercomunicação. Isto tem o potencial para reduzir a segurança operacional (WALLGREN 1970).

²³¹ No jargão popular: RESSACA. Post Álcool tem sido observado 14 horas após a ingestão de álcool (de 0,08% e 0,1% de concentração de álcool no sangue) em testes de voo simulado (WATTGREN 1979). Existem outros estudos que não demonstraram qualquer ressaca relacionados com déficits de desempenho. Há evidências conflitantes e pareceres sobre se existe ou não existe ressaca consistente relacionada com déficit de desempenho que possa comprometer a segurança da aviação.

A atividade de pilotar e o álcool

Voar é uma tarefa complexa que exige coordenação contínua de processos sensoriais, cognitivos, motores e de funcionamento sereno do piloto. O álcool prejudica a maioria dos aspectos da missão de voo. Algumas habilidades de voo relacionados são afetadas por níveis de álcool no sangue de 0,025%>. Em simuladores de voo, a perfeita coordenação motora fica claramente prejudicada por níveis de 0,04%. Uma conclusão de estudos citados anteriormente indicam que qualquer concentração de etanol no piloto é inaceitável e pode contribuir para acidentes aéreos e risco de de vida (WATTGREN 1979).

O Alcool está associado a acidentes com aeronaves. Durante as últimas quatro décadas, a relação entre a ingestão de álcool e acidentes aéreos fatais foi comentado de forma intensiva (Harper, 64). A alta incidência de presença de álcool no sangue dos pilotos envolvidos s infatal acidentes de aviação geral tem sido demonstrada. Nos Estados Unidos, a percentagem de pilotos com níveis sanguíneos elevados de álcool fatais envolvidas em acidentes de aviação geral durante a década de 1960 foi de aproximadamente 43% (RYAN, 1972).

Essa proporção havia caído um pouco, mas manteve-se entre 15% e 20% durante a década de 1970. A associação entre níveis elevados de álcool no sangue é fatal na aviação em geral e acidentes de avião com esta causalidade tendem a permanecer entre 10% - 30% de nível nos últimos tempos (GIBBONS, 1988; RYAN, 1979).

Esta relação não parece persistir entre militares ou profissionais nas investigações de acidentes da aviação comercial (LACEFIELD, 1975). Uma variedade de fatores tem levado alguns a argumentar que esses estudos pós-mortem não refletem com precisão a verdadeira incidência de ingestão de álcool pelos aviadores (DAVES, 1973)²³². A correlação estatística entre os níveis sanguíneos elevados de álcool e fatais acidentes da aviação civil em geral não necessariamente inferem uma relação causal. Apesar das divergências técnicas em alguns dos estudos, o saldo dos dados sugerem uma forte correlação. A considerável quantidade de dados disponíveis, a coerência e as tendências dos resultados tendem a apoiar o postulado de que o álcool tem um papel causal em muitos acidentes.

A correlação entre os níveis sanguíneos elevados de álcool e fatais acidentes da aviação civil em geral fez com que as tentativas de identificar o comprometimento do piloto durante o voo em voo simulado (BILLINGS, 1973) em tarefas aplicadas a uma variedade de tipos de voo²³³ (COLLINS, 1978).

²³² Não há dados semelhantes no Brasil (visto pelo autor)

²³³ Na avaliação de voo dos pilotos com níveis de álcool no sangue de 0% (sem ingestão) e de 0,04%, 0,08% e 0,12%. Mesmo com bastante baixa concentração sanguínea de álcool causar decréscimos significativos de

A pilotagem segura e bem sucedida de um avião requer bom funcionamento das faculdades superiores corticais responsáveis pelo planejamento, julgamento, cognição, cálculo, atenção, vigilância, seqüenciamento e memória. Todas essas faculdades são prejudicadas de alguma forma pela ingestão aguda de álcool (GEOKAS, 1984). A intoxicação aguda produzida pelo aumento das concentrações de álcool no sangue produz uma diminuição das funções psicológicas como a percepção, discriminação, associação e resposta voluntária (HAWKINS, 1984).

Capacidades psicomotoras e orientação espacial dos pilotos estão prejudicadas em 0,1% os níveis de álcool no sangue.²³⁴ Tempos de reação aos estímulos diferentes foram mostrados que aumentam pela ingestão de álcool (KATCH, 1988). O acompanhamento e tomada de componentes das tarefas de tempo de reação também são prejudicadas por níveis de álcool de 0,09% (OBORNE, 1983). Todas essas funções têm um papel importante na pilotagem da aeronave. A ausência de qualquer uma destas funções será prejudicial para a segurança de vôo.

Uma visão privilegiada é a modalidade sensorial usada durante a aviação. O sentido da visão é necessário para a orientação espacial e navegação durante um vôo apoiado por informações externas à aeronave tanto condições meteorológicas como o acompanhamento e ajuste de desempenho da aeronave. Na ausência de estímulo visual adequado, o controle de uma aeronave é normalmente perdido dentro de 60 segundos (ERNSTING, 1988). Qualquer deficiência do sentido da visão, portanto, tem o potencial de influenciar negativamente e muito rápido no desempenho de voo e na segurança de vôo.

A velocidade dos olhos, na prossecução de um objetivo é reduzido pelo uso de álcool (LEVVET, 1977). Da mesma forma a velocidade dos movimentos sacádicos dos olhos, seus tempos de latência e tempos de reação são prejudicados por concentrações de álcool no sangue superior a 0,04%. Dupla visão e dilatação das pupilas que resulta em visão turva

desempenho em vôo (BILLINGS, 1973). Este estudo concluiu que as concentrações de álcool no sangue de 0,04% está associada com um aumento substancial e altamente significativa do número e da gravidade potencial de erros processuais cometidos por pilotos inexperientes e altamente experientes. Outros estudos realizados utilizando simuladores de vôo apoiam a relação entre o nível de álcool no sangue e o número de acidentes e erros operacionais. Prejuízos de desempenho devido à ingestão de álcool dependem, em parte, dos níveis de álcool no sangue e sobre os requisitos de capacidade da tarefa (LEVINE, 1975). Esta observação foi apoiada por estudos sobre os efeitos do álcool sobre o desempenho da aviação relacionados a tarefas em aeronaves. Essas tarefas têm sido avaliadas como agentes de prejuízo devido às concentrações de álcool no sangue de 0,025%, 0,04%, 0,08%, 0,1% e 0,15%. (ALCANOS, 1954 ; BILLINGS, 1973; HENRY, 1974 ; - STOKES, 1991).

²³⁴ Osborne (1983) afirma que o desempenho de tarefas complexas e os tempos de reação têm demonstrado que são prejudicadas por níveis de álcool no sangue superior a 0,04% e 0,08%, respectivamente. Alcoolémia tão baixo quanto 0,027% causar uma diminuição no desempenho de monitoramento visual durante um movimento de corpo inteiro e em indivíduos (COLLINS, 1980). O álcool interrompe a fixação de memória com uma provável redução subsequente na segurança da aviação (RYBACK, 1970).

também pode resultar de intoxicação alcoólica. Níveis de álcool no sangue de 0,05% e superior têm sido responsáveis pela redução da capacidade dos olhos para acomodar ou ajustar o seu foco (LEVVET, 1977). Durante as acelerações angulares²³⁵ do vôo ocorrem reflexos rápidos, os movimentos oculares oscilatórios chamado nistagmo, que tendem a prejudicar a visão dos objetos dentro da aeronave. Isso pode resultar em embaçamento da visão de instrumentos e um conseqüente prejuízo do desempenho (ERNSTING, 1988)²³⁶. Prejuízos de desempenho podem ocorrer em níveis baixos de álcool no sangue de 0,02% (ERNSTING, 1988). Um estudo de Gilson (1972) concluiu que sérios problemas podem mesmo ser encontrados pelo piloto que bebe pouco, especialmente à noite²³⁷.

6.2.4 Condições de trabalho e saúde dos pilotos

Os itens abaixo relacionados indicam condicionantes que poderiam contribuir para a construção de situações insustentáveis de insegurança. Considerando que a medicina e a ergonomia objetivam conceber um meio de trabalho considerando conforto, segurança e eficiência, o Centro Nacional de Investigação e Prevenção de Acidentes 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;

²³⁵ *Manobras de curvas com o avião durante o vôo*

²³⁶ *Normalmente o piloto é capaz de suprimir esta nistagmo deliberadamente fixando os olhos em um instrumento no painel de controle (nota do autor) A ingestão de álcool, e níveis baixos de luz prejudicam a capacidade de suprimir esta nistagmo (GILSON, 1972).*

²³⁷ *Outra condição, chamada Nistagmo posicional Álcool (PAN), também resulta da ingestão de álcool e também ameaça a segurança de vôo (MONEY, 1983). O nistagmo posicional como resultado de ingestão de álcool podem ocorrer com os movimentos oculares oscilatórios quando a cabeça é colocado em posições específicas na ausência de aceleração angular. Esta condição pode resultar no comprometimento da visão, bem como a desorientação espacial e foi medido 34 horas após a ingestão de álcool (RYBACK 1960), muito tempo depois que não há quantidades de álcool mensuráveis no sangue. Nistagmo posicional alcoólicas também tem sido relatada 48 horas após a ingestão de álcool durante a aceleração radial de longa duração (OOSTERVELT, 1970). Nistagmo posicional de álcool tem sido proposta até como causa de alguns acidentes de aviação, onde não existem níveis detectáveis de álcool no sangue (GIBBONS, 1988). O álcool tem pouco efeito direto sobre a acuidade visual e as informações relativas aos seus efeitos sobre a visão de cores são conflituaosa.*

- 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;
- Freqüente falta de equipamentos de treinamento mais apropriado como simuladores de vôo 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 (Atual ANAC)²³⁸, 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.(ANAC, 2002).

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

²³⁸ ANAC- Agência Nacional de Aviação Civil

de avião que estão presentes no cockpit e que pode estar nas base das principais causas de erros, tendo como consequência acidentes na aviação civil ou militar. Estão abaixo listadas os primeiros problemas observados nas investigações dos acidentes e incidentes aéreos:

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

A questão no entanto é de investigar como estes problemas se originaram no contexto 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 de prevenção tipo os projetos CRM.²³⁹ e ¹¹⁷ para reduzir os acidentes e seus condicionantes.

O sono: um importante elemento para a saúde do piloto

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

²³⁹ CRM- CREW RESOURCE MANAGEMENT,(C- CORPORATE) ,(C- CABIN)

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:

- Disfunção psico-somáticas;
- Irritabilidade e descontrole emocional;
- Tendências para distorção perceptiva;
- Confusão ideacional.

Guyton (1992) afirma que o 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 .

A troca do dia pela noite

Segundo recente pesquisa da Organização Mundial da Saúde (OMS) adverte: o trabalho em turnos fixos ou irregulares tem maior risco de desenvolver doenças crônicas e degenerativas como câncer²⁴⁰. A advertência é da Agência Internacional de Pesquisa em Câncer (IARC) da OMS, que classifica o trabalho em turnos, fixos ou irregulares, como possível agente carcinogênico, o que o coloca na mesma categoria do tabaco, da radiação ultravioleta e das drogas anabolizantes. As evidências que motivaram tal medida foram publicadas em dezembro de 2007 na revista *The Lancet Oncology* (BRISTOL, 2005). O artigo cita que os pesquisadores examinaram oito estudos epidemiológicos e constataram que em seis o trabalho em horários irregulares se associou a um pequeno aumento na incidência de tumores.

²⁴⁰ *Se tudo tem sempre dois lados, um positivo e outro negativo, com a profissão do aeronauta não é diferente. Há um privilégio em poder ter como rotina o que muitos profissionais esperam durante um ano inteiro. Viaja todos os dias, fica sexta-feira à noite em Fortaleza, no início da semana já está no Rio de Janeiro, etc. Além das viagens ainda existe os contato com uma série de pessoas que os fazem crescer pessoalmente e profissionalmente todos os dias, seja no avião ou nos aeroportos. (Opinião do autor).*

Imagina-se que a perturbação crônica dos ritmos circadianos, que regulam o sono, a temperatura corporal e a secreção de diversos hormônios, predisponha o organismo ao desenvolvimento de células malignas. Este autor registra que cerca de 20% da população ativa mundial trabalha em turnos, principalmente no setor de saúde, transporte e comunicação. É importante que pessoas submetidas a turnos de revezamento tenham uma alimentação balanceada, realização de atividade física regular e que não tenham hábitos de fumar ou beber.

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 enfatizam 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 (CIPOLLA, 1988)²⁴¹.

Os pilotos que realizam as grandes rotas transcontinentais estão sujeitos de maneira crônica aos distúrbios de saúde decorrentes das mudanças do organismo. Isso explica em parte, o porquê de certos estudos apontarem as doenças cardiovasculares como a principal causa de perda de licença para pilotar entre os comandantes (MELHADO, 1999).

Um estudo realizado por Guimarães (2003) procurou apresentar subsídios para otimizar o planejamento das atividades físicas, visando o controle e combate ao estresse decorrente das atividades operacionais de vôo, particularmente os pilotos de helicóptero militares do Exército

²⁴¹ *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 24 horas, que parece estar localizado nos núcleos ventromediais e na área lateral hipotalâmicos. 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 conseqüências para a saúde destas mudanças podem ser classificadas em transitórias e crônicas. (CIPOLLA, 1988).*

Brasileiro. A partir de agosto de 2003, foi realizada para estudos do estresse em pilotos verificando-se uma pesquisa bibliográfica de pesquisa de campo e de a análise e processamento que são decorrentes da soma de condicionantes físicos e mentais, que atuam direta e indiretamente sobre a saúde de pilotos. Algumas atividades operacionais de voo, por sua natureza, geram solicitações estressoras de uma intensidade tal que se tornam prejudiciais ao desempenho da pilotagem.

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 (IIDA, 2006). A figura 73 ilustra a interação humano-máquina onde se situam as dificuldades com perspectivas cognitivas, operacionais, físicas e emocionais, considerando os componentes tratados pela interface que atuam no sistema humano-avião-vôo. O estresse é uma decorrência destas interações.

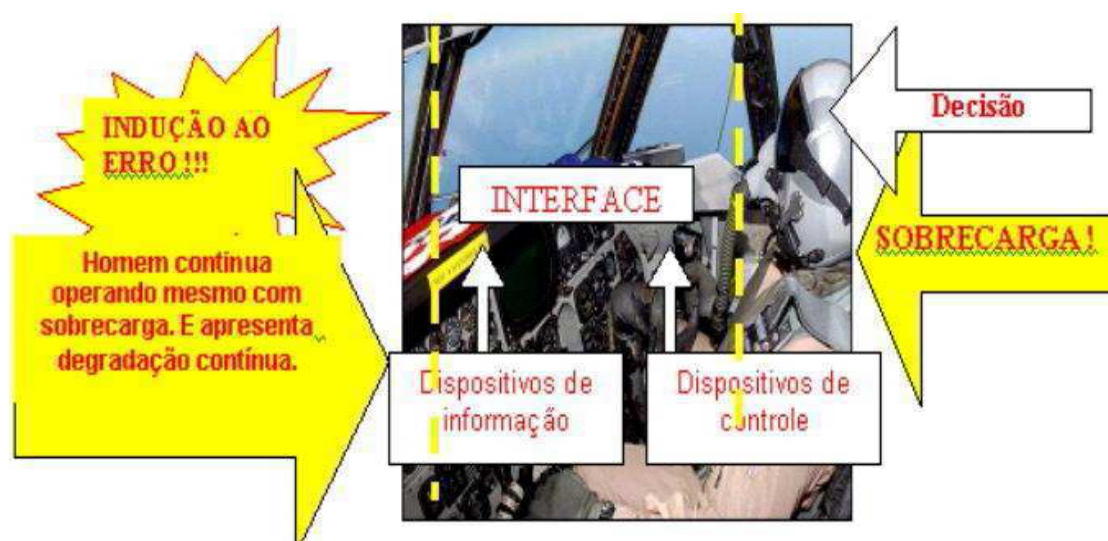


Figura 73- Diagrama da interação do homem com a máquina
Fonte: (figura montada pelo autor (2005))

Este aspecto de redução de desempenho não tem, na maior parte dos tratados sobre aviação, uma relevância significativa nas considerações tratadas como fatores que requeiram muita atenção pois o pragmatismo do treinamento e capacitação tradicionais, supostamente, mantem o grau de suficiência, equilíbrio emocional e eficácia na aplicação dos comandos pelo indivíduo mesmo em situação de emergência e perigo. Mas o estresse concorre para a redução da segurança e elevação da probabilidade de insucesso das missões de voo. A atividade física

regular e controlada, diminui consideravelmente os níveis de estresse, de um modo geral. (PALMA, 2006). Guimarães concluiu em sua pesquisa que o treinamento físico, preconizado pelo Exército Brasileiro, é uma ferramenta eficiente para o combate e controle do estresse. Neste trabalho foi constatado que, no caso particular do piloto militar de helicóptero que, além da necessidade da realização do Treinamento Físico Militar de forma regular e orientada, também ocorra uma atenção especial para uma preparação e condicionamento complementares direcionados aos esforços peculiares de suas atividades e aos atuadores aos quais são submetidos.

6.3 A medicina aplicada à aviação falhando para detectar patologias que comprometem o voo – A medicina sob suspeita

Existem conceitos que precisam ser tratados no nebuloso mundo da saúde física, afetiva e mental aparentes dos indivíduos e sua real capacidade para o trabalho complexo, como pilotar uma aeronave. A superficialidade com que se aborda nos dias de hoje as inspeções e análises de condicionamento físico e mental de pilotos, apesar de sua periodicidade, não são capazes de de uma avaliação adequada de sua integralidade. Estas inspeções por si não permitem estabelecer um espectro maior de alternativas para permear melhorias de saúde destes profissionais²⁴².

Os resultados dos exames ECG (*eletrocardiograma*) mostram que há cerca de uma em oito chance de que um aviador com BRD (*Right Bundle Branch Block-Bloqueio do lado direito*) sofrer também de uma doença arterial coronariana (Hickman, 1980). O aviador saudável apresenta uma menor prevalência de BRD que a maioria dos outros grupos populacionais pesquisados. Para todos os tripulantes, a condição médica a questão importante e no caso de BRD. E a lista diferencial das principais causas de BRD deve incluir as condições descritas na lista abaixo.

- Incapacitação súbita especialmente devido à dor intensa ou o colapso de um sistema de órgãos essenciais;
- Incômodo, distúrbios, ou distração suficiente para interferir com a condução segura do voo;
- Restrição da livre circulação ou a utilização de equipamentos baseados em design ergonômico;
- Distúrbio da função mental;

²⁴² Foi diagnosticado um bloqueio de ramo direito em um piloto de linha aérea de 35 anos de idade, recentemente promovido a capitão de um Boeing. Os exames eletrocardiogramas anteriores foram normais. É necessário discutir o seu diagnóstico diferencial e investigar os trabalhadores da aviação “RBBB- Right Bundle Branch Block Bloqueio do lado direito” é um diagnóstico via eletrocardiograma (ECG), onde o resultado reflete um atraso na despolarização ventricular do ramo direito. O fenômeno não reflete um bloqueio per se, mas um atraso na condução intraventricular. Enquanto BRD não é um diagnóstico comum.

- Eficácia reduzida em vôo.

Uma vez que esta recuperação é considerada completa terá de ser atribuída ao tipo de vôo previsto ou não apto a voar com ressalva ou voar com um co-piloto, deverá ser exigido. Da mesma forma o sofrimento de um paciente de miocardite será incapaz de voar até que a doença seja resolvida. BRD associado a uma história de miocardite, mas nenhuma outra anormalidade cardíaca não deverá desqualificar status de vôo. As demais condições causais mencionadas também deve ser considerada em seus méritos individuais²⁴³. Doenças degenerativas ou degenerativas do sistema cardíaco²⁴⁴, podem ser permanentemente incapacitantes ou um fenômeno transitório^{245, 246} (LANCASTER, 1969).

Estudos têm demonstrado que não há risco aumentado de morte súbita²⁴⁷ ou síncope²⁴⁸ na vida adulta, se existe BRD congênita²⁴⁹. Uma vez que um diagnóstico do ECG de BRD (*Right Bundle Branch Block*) é feita em um aviador ou pretendente a aviador, torna-se responsabilidade do médico excluir, neste caso sob qualquer dúvida razoável. E subjacente à patologia cardíaca que pode levar à incapacitação. As "investigações" realizadas iriam variar de médico para médico, mas provavelmente seria selecionado da seguinte lista:

- Avaliação clínica
- Raio-x do tórax.
- Ecocardiografia
- Eletrocardiograma de esforço.
- Estudos cardíacos hemodinâmicos.

²⁴³ *Left and right bundle branch block, left anterior and left posterior hemiblock. D. J. Rowlands. European Heart Journal 1985. 5(Supplement):99-105.*

²⁴⁴ *como uma miocardiopatia*

²⁴⁵ *Tensão aguda do ventrículo direito é geralmente devido à embolia pulmonar na população adulta e o paciente com distúrbio circulatório devido a embolia devem ser considerados impróprios para voar até que o episódio e a causa subjacente, se forem identificadas, sejam completamente resolvidas e este piloto já não toma qualquer medicação anticoagulante A aptidão para recuperar um paciente com problema cardíaco(BRD) posterior ao trauma cirúrgico ou ventriculotomia dependerá de detalhes do trauma ou patologia subjacente. Enquanto aqueles com BRD e doença cardíaca concomitante assumirem o perfil de risco da doença subjacente aos casos BRD sem evidência de doença cardíaca, parecem apresentar um risco aumentado de eventos incapacitantes (Rowlands, 1985) .*

²⁴⁶ *Clinical significance of acquired complete right bundle branch block in 59 patients without overt heart disease. G. K. Massing and M. C. Lancaster. Aerospace Med 1969. 967-971.*

²⁴⁷ *A mortality study in bundle branch. M. Rodstein et. al. Arch. Inter. Med.1951. 663-668.*

²⁴⁸ *O eletrocardiograma na previsão de 5 anos a incidência da doença cardíaca coronária entre homens com idades entre 40 a 59. Circulation 1970. 41-42 (suplemento I) 1-154.*

²⁴⁹ *Do mesmo modo a taxa de mortalidade não é aumentada nos BRD adquiridos, na ausência de outros defeitos cardíacos, nem a incidência de síncope ou bloqueio atrioventricular de alto grau. ²⁴⁹ Bloqueio de ramo adquiridos molho em uma população saudável. R. F. Smith et. al. A. Heart J. 1970. 746-751.*

- Angiografia coronária.
- Estudos eletrofisiológicos.

Enquanto a Força Aérea Norte Americana (RAYMAN, 1977) recomenda um trabalho intensivo, incluindo estudos cardíacos hemodinâmicos, angiografia, e avaliação eletrofisiológica antes de liberar os tripulantes com BRD para voar, Rowlands (1985) argumenta que há pouco retorno confiável nestas investigações, na ausência de evidência clínica de doença cardíaca. As investigações dependeriam de detalhes clínicos do paciente e do tipo de licença envolvido s²⁵⁰. Avanços na investigação cardíaca permitem que os médicos identifiquem, de forma razoavelmente confiável, os pacientes com BRD que têm um maior risco de incapacitação súbita. Se BRD é identificado e não há nenhuma característica clínica ou de investigação de doença cardíaca subjacente não há aumento do risco de incapacitação. Essas pessoas não deveriam limitar suas atividades na aviação. Se não houver patologia cardíaca outros assuntos relacionados ao vôo BRD, o estatuto deveria ser revisto no que diz respeito à doença subjacente.

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 vôo 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

²⁵⁰ *Um atlético de 18 anos de idade sem fatores de risco cardíaco e exame normal e sem qualquer pedido de licença de pilotos privados, provavelmente, o levam a pedir uma radiografia de tórax e cintigrafia com tálcio / ECG estresse. Com 48 anos de idade 747 obesos capitães que ainda estão tentando deixar de fumar porque o seu pai morreu de um ataque cardíaco o fizeram angiografia coronária precedida por um ECG de estresse e / ou digitalização tálcio. Um piloto senior com 35 anos de idade que era saudável, provavelmente, também merece uma angiografia, bem como o teste de esforço e / ou tálcio varredura para excluir qualquer patologia cardíaca subjacente.*

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).

Registra 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. De acordo com a Convenção Coletiva, no item 48, “os assentos destinados a descanso a bordo dos comissários de vôo reclinarão 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 toailete, 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 Brasil²⁵¹.

²⁵¹ Segundo um piloto de linhas aéreas me confidenciou em 2004, “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.

Capítulo 7 – A aviação moderna, suas implicações na saúde dos pilotos

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.

7.1 O cenário da aviação moderna

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 73 este avião, o Boeing 727 da Vasp, Brasil .



Figura 73- A precursora aeronave servo-assistida- O Boeing 727 em 1962
Fonte: foto do autor (2002)

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 vôo (altitude, rumo e velocidade)
- Correção da rota através da potência dos motores e compensadores

7.1.1 O avanço tecnológico da aviação

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 vôo, os deixam num estado de menor atenção e distantes dos mecanismos de vôo, podendo os levar a decisões errôneas em um momento de pane (falha de qualquer componente fundamental de vôo em quaisquer circunstâncias). A figura 74a 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.

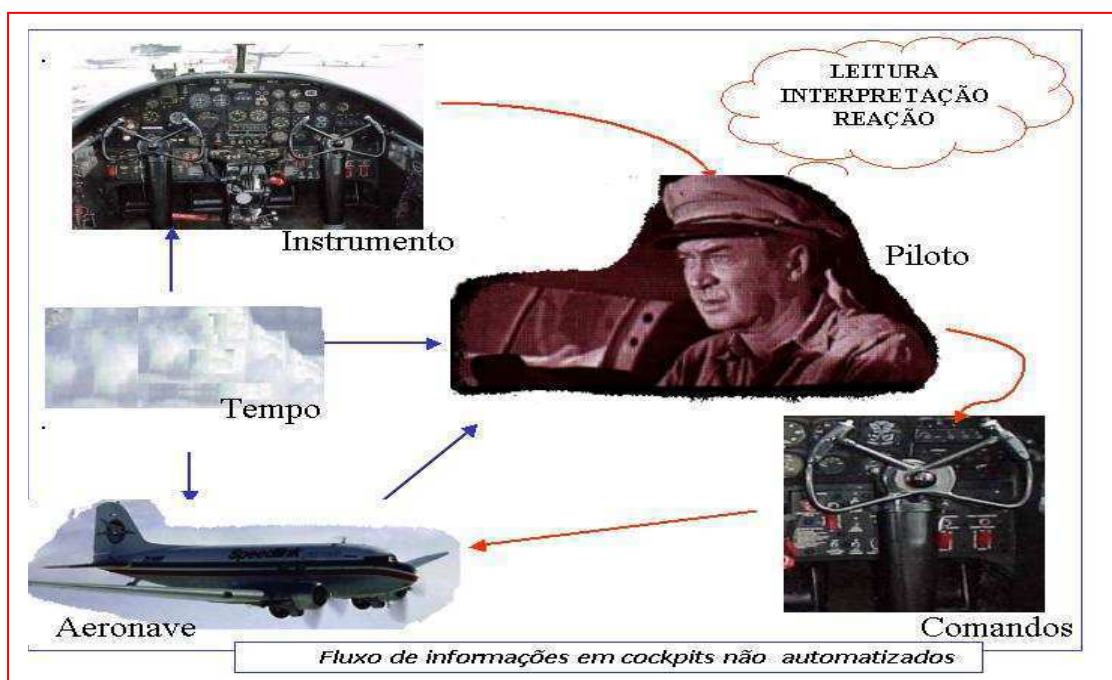


Figura 74a- Fluxo de informações em cockpits antigos

Fonte: Montada pelo autor, baseada na figura de Santos ,(2001

Segundo a figura 74a, o piloto captura informações de três diferentes origens:

1. **Dos instrumentos-** são aquelas que dizem respeito aos sistemas e aos parâmetros de vôo, 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 vôo.

É da correta interpretação deste conjunto de informações, sua classificação e ações de comandos corretos, que fazem do vôo 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 74b 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.

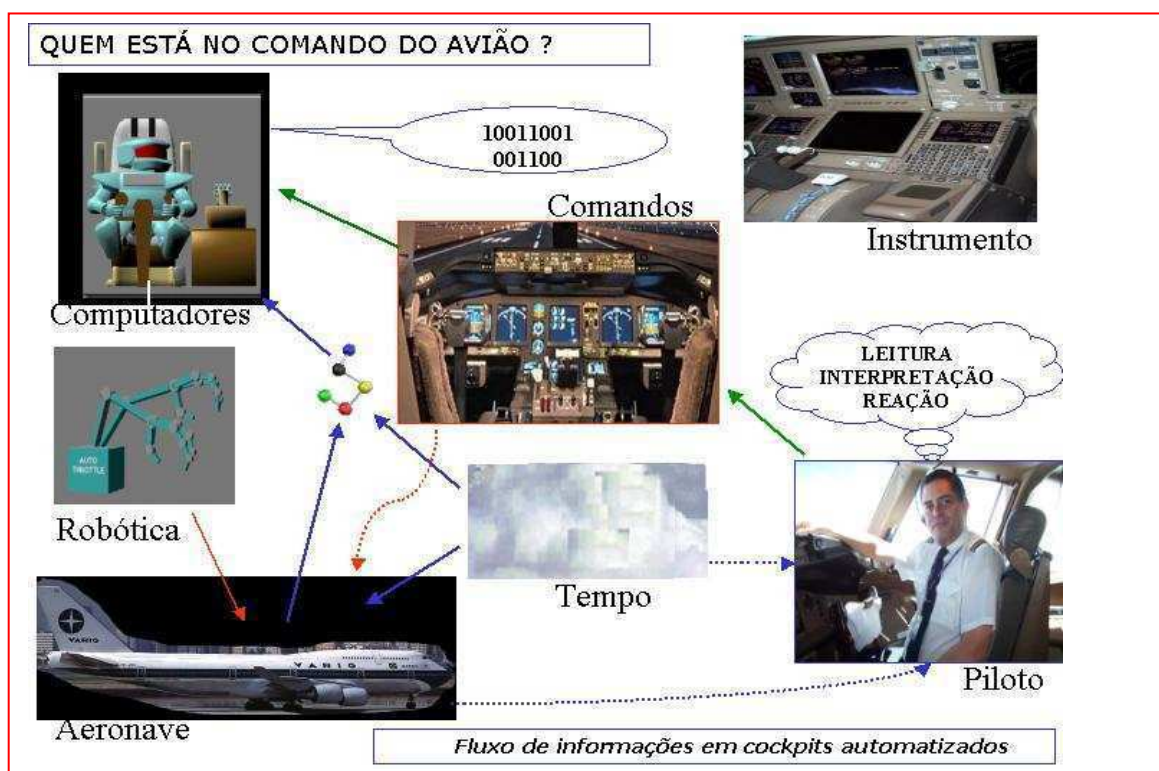


Figura 74b- Fluxo de informações em cockpits automatizados

Fonte: Montada pelo autor, 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 74b, 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 vôo. 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 vôo 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 vôo como um todo, a automação gerou outros problemas.

7.2 Falhas na interação homem-máquina complexa

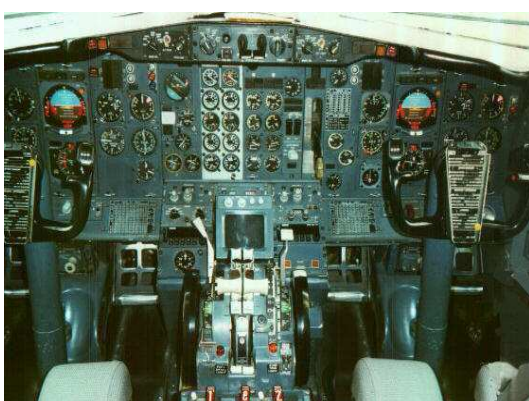
Problemas com interfaces são descritos no registro dos acidentes aeronáuticos. Pode-se os encontrar quando estudamos as ações das tripulações, dos técnicos operadores nas torres de controle, dos responsáveis pela manutenção de aeronaves e pelo pessoal de apoio de terra para carregamento de carga, de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

7.2.1 Categorização dos problemas de interface

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. As figuras 75a, b e c 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.



Figuras 75a, 75b e 75c- Cockpits diferentes para gerações da mesma aeronave.O Boeing 737-100, 737-200 e O Boeing-737-nova geração.

Fonte: Isuy bladewarbirds Aviation (2007)

7.2.2 *O sistema não centrado no usuário como uma armadilha fatal*

Aeronaves e procedimentos aeronáuticos deveriam ser projetados tão simples como a tarefa requerida. O projeto deveria 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):

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

7.3 Os Riscos tecnológicos

Comparando os dois modelos de pilotagem apresentados nas figuras 74a e b que mostram o processamento e o 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. Se não houver perfeita interação entre as tripulações e os computadores de bordo, o sistema complexo de vôo e os controles aerodinâmicos (figura 76) da aeronave poderão ficar seriamente comprometidos²⁵².

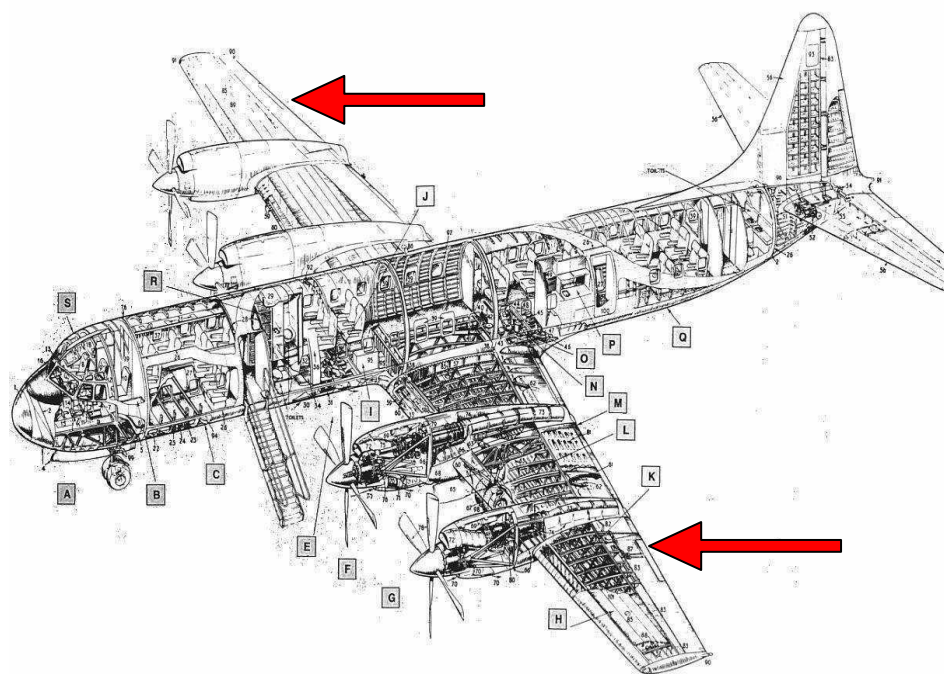


Figura 76– Os ailerons são superfícies móveis que promovem o giro longitudinal da aeronave e auxiliam no alinhamento do avião em vôo com o horizonte e com a pista no pouso e na decolagem.

Fonte: America Aviation Forum (2005)

²⁵² 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 vôo 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 76) até o ponto em que a capacidade de controle da aeronave foi excedida e as asas perderam a forma aerodinâmica de vôo (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).

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.

7.3.1 O Cockpit “de vidro” (*Glass Cockpit*)

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 automação²⁵³.

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. E prossegue que 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

²⁵³ Um piloto de uma empresa de aviação do oriente médio me relatou que trabalhou longo tempo em prevenção de acidentes e enfatiza que aquela empresa que trabalha atualmente estimula os pilotos a praticar em um 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.

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 vôo 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

- 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.

Um piloto sênior que voa no oriente, em conversa com este autor, conta que 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 77 o posto de trabalho do piloto do Boeing 767 que mais aparenta uma mesa de operador de computadores.



Figura 77- O moderno posto de trabalho do piloto que mais sugere tarefas de um operador de computador.
Fonte: Acervo do piloto 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 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 na figura 78 os modelos de cockpits de aviões de combate com processos diferentes de controle e condutibilidade, exercendo nos pilotos, tarefas de exigibilidades ergonômicas muito distintas e igualmente com graus de participação na pilotagem destas máquinas complexas.



Figura 78– A evolução tecnológica dos cockpits: avião de caça moderno e da segunda guerra.
Fonte: Zeno Warbirds vídeos- autorizadas (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 algumas poucas vezes, têm deixado os pilotos em situação de risco por não saberem que atitudes os controles automáticos estão tomando em determinado momento. Jenkins (2004) reforça que são escassos os estudos 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 cenário econômico do Brasil, temos de conviver muito mais tempo com a obsolescência de aeronaves antigas e ainda operacionais e com o estado da arte na aviação refletida pela tecnologia emergente imposta nos equipamentos novos.

É senso comum no ambiente da aviação que os sistemas automáticos falham muito raramente. Os registros da Federal Aviation Administration (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 Figuras 79a e b cockpits de duas grandes aeronaves, o Boeing B-52 e o Boeing 777 apresentando profundas alterações na interface humano-máquina.



Figuras 79a e 79b- Cockpits do Boeing B-52 (1962) e do Boeing 777 (2004) – quase meio século de separação e tecnologias.

Fonte: Acervo do piloto Alexandre Rizzo (2005)

Porque o “Cockpit de vidro” ('Glass Cockpit') ?

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

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 :

- Está incentivando designers do cockpit a fornecerem demasiada informação para pilotos para assimilarem a sobrecarga da informação conseguinte 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.
- 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 76 .

Vê-se na figura 80 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.



Figura 80- O cockpit do Airbus A-380 - Glass and Paperless cockpit além dos “Sticks” de comando.
 Fonte: Cedida pelo piloto Marco Antonio Rocky (2006)

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, pareceria embaraçoso e ultrapassado, dar importância ao fato dos pilotos adquirirem a experiência de voar o Boeing B-777, que, embora seja computadorizado (Glass cockpit) possui o manche tradicional como dispositivo principal de acionamento de comandos²⁵⁴ conforme apresentado na figura 81.

²⁵⁴ Como um piloto A320 (Airbus) confidenciou uma vez a um dos diretores da 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.

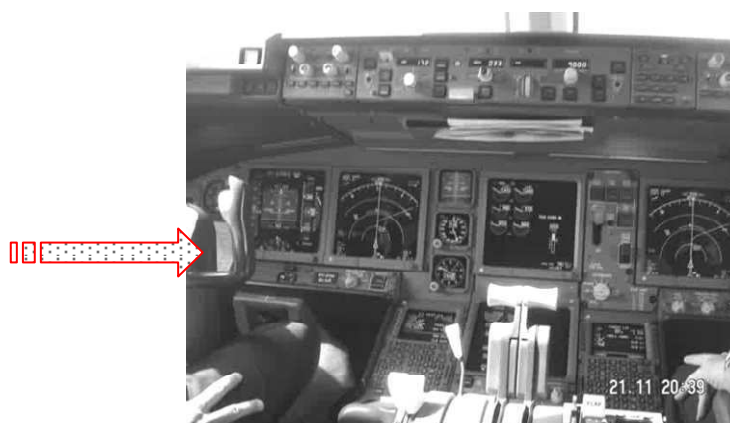


Figura 81- O Glass Cockpit do moderno Boeing 777 que usa o “antigo”, preferido e tradicional manche de comando.

Fonte: Foto cedida pelo Cmte Rocky(2006)

Conseqüências da automação- porque a tecnologia põe o trabalho em risco?

Será que se o progresso tecnológico não tivesse retirado da cabine o terceiro homem, treinado para identificar e alertar para as reações espúrias dos motores, o problema não teria sido descoberto a tempo de evitar a tragédia? Este comandante de Airbus A-320 ainda confessa: “temo que no futuro a tendência seja de rebaixar o comandante a mero co-piloto dos computadores de bordo”.

As responsabilidades na tarefa de pilotar aeronaves foram gradualmente aumentadas com outras atividades com a retirada dos auxiliares no cockpit, em nome do progresso ou, mesmo “em nome da competitividade”. Os pilotos foram obrigados a ampliar sua atenção e a capacidade de concentração, sobrecarregando a tarefa no posto de trabalho sem a contrapartida da confiança num automatismo que lhes foi imposto. Esta indústria milionária obrigou aos fabricantes, em função da concorrência, a ceder ao argumento da "economia de um tripulante" que serviu, em um passado recente, de fundamento para a venda de uma nova geração de aeronaves.

A competência apropriada necessária para que os vôos se realizem em todo mundo comercial em atividades não militares, utilizam parcialmente as capacidades do homem e parcialmente os computadores (nenhuma aeronave comercial é hoje totalmente controlada pelo homem ou totalmente entregue a computadores. Hoje 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. Nas figuras quatro e cinco vemos situações de automatismo e de não -automatismo onde as informações que chegam à tripulação e a computadores (Figura 82a) e requerem um tratamento diferente do sistema apresentado no modelo não apoiado por computadores (Figura 82b).



Figuras 82a e 82b - Sistema combinado que recebe informações para processamento humano-e-computador.
Fonte: à esquerda, montagem do autor e à direita foto do autor (2005)

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 das aeronaves e aumentado a segurança de voo como um todo, a automação gerou outros problemas. Comparando os dois modelos de pilotagem das figuras 74a e b, entendemos o processamento e o caminho do fluxo de informações e 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 e o aumento de enorme carga cognitiva nas funções de monitoração além de extrapolar os conhecimentos do “voo” de aviões adquirido nas escolas de aviação. Agora os pilotos tem que responder a computadores. Não a informações atmosféricas ou a comportamento da aeronave enquanto artefato controlável em um fluxo constante de ar nas asas.

Muitas vezes pilotos não sabem o que os computadores estão fazendo pois são programados não só para realizar parcialmente as tarefas complementares e suplementares de controlabilidade da aeronave mas também para “evitar “ que o ser humano erre atuando e interferindo com procedimentos chamados de “defesas em profundidade” que bloqueiam procedimentos do piloto que possam comprometer a segurança da aeronave. Mas o que exatamente é isto? Será que estes sistemas realmente “sabem” o que é certo e o que é errado?

Pinker (2000) cita que a mente do ser humano é um sistema computadorizado biológico que também tem uma programação adquirida cognitivamente e cujo funcionamento total é ainda um mistério. Como então conciliar as programações distribuídas entre um computador cibernético e eletrônico e um computador biológico que não se conhece totalmente?

O grande erro está na pretensão do homem em imaginar que o processo de cognição distribuída está atualmente correto, adequado para a segurança e é perfeitamente “ensinado” às partes: homem e computador e que supre todas as possibilidades de ocorrências que podem conduzir a acidentes fatais. Congonhas, por exemplo é um exemplo que mostrou

dolorosamente que este formato não funcionou. Com a quantidade de recursos disponíveis para toda a tripulação controlar automaticamente a aeronave, em situação de voo cruzeiro, tende-se a deixá-la 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.

A automação e a prioridade financeira matando pessoas - Caso AIRBUS A-320 em Congonhas

É fato conhecido nos processos de investigação de acidentes com aeronaves que estas eventualidades não são resultado de uma falha, apenas. São vários fatores em conjunção, que vão se encadeando como se fossem os elos de uma corrente, até completar o cenário perfeito para que o sinistro ocorra. Considerando como exemplo, o acidente de Congonhas com o Airbus, ao que tudo indica, não se constatada qualquer evidência contrária, que a aeronave A 320 que se acidentou quando fazia o voo JJ 3054, tinha disponíveis os "spoilers" e ambas manetes funcionando normalmente - não havia "manete travada" - ao contrário do que publicou uma conhecida revista semanal. Aliás, esta é a primeira vez que pessoas da aviação ouviram falar em manete travada, coisa quase impossível no Airbus, já que não há ligações mecânicas. Apenas elétricas. Vemos na figura 84a o piloto acionando os manetes na operação de pouso e em destaque, um conjunto de manetes para controle de motor (Figura 82b, à direita).



Figura 83a e 83b- O computador e o piloto acionando os manetes em um momento crítico do voo – O pouso.
 Fonte: Fotos do autor (2005)

A pista molhada, portanto escorregadia, possibilitou dezenas de operações, inclusive com aeronaves iguais ou de performance semelhante (Boeing 737-700, 800 e Airbus A319), desde o dia anterior ao do acidente, primeiro chuvoso após a obra. As dimensões e a condição escorregadia da pista não justificariam, por si só, a alta velocidade mantida pelo Airbus acidentado (voo JJ 3054) após o toque, tendo cruzado a cabeceira oposta da pista a quase 100 nós (cerca de 180 Km/h). Inicialmente pensou-se na hipótese de ter havido uma tentativa de arremetida (manobra que faz a aeronave voltar a subir após a operação de pouso, podendo ou não tocar a pista), seguida de desistência, o que foi descartado pela leitura da transcrição das gravações de cabine. Estas evidenciaram que o piloto apenas tentou, infrutiferamente, desacelerar a aeronave, usando freios e o reverso esquerdo. A figura 84 mostra o reverso acionado no pouso deste Boeing 737 –400 em uma pista molhada.



Figura 84 - O freio motor chamado reverso acionado no pouso. Vemos o fluxo de ar e vapor de água em revolução.
 Fonte: acervo do autor (2002)

Nos modernos aviões da Airbus, após a decolagem, os manetes são trazidas da posição de Decolagem²⁵⁵. Pouco antes do pouso, a cerca de 30 pés, soa um alerta sonoro, uma voz sintética, dizendo "RETARD", alertando o piloto de que se faz necessário recuar os manetes para a posição de mar.a lenta (IDLE), estabilizando a potência em mar.a lenta, o que permite a ativação dos freios automáticos, quando a aeronave toca o solo.

A gravação de voz da cabine (CVR) mostra o piloto da direita alertando o que estava à esquerda (pilotando) da não abertura automática dos freios aerodinâmicos. Provavelmente o piloto, ao mesmo tempo, deve ter notado a não atuação do freio automático, tendo iniciado, alguns segundos após, a atuação mecânica nos freios. Segundo informado, foram onze segundos, o que é muito para aquele comprimento de pista.

Pela lógica da automação dos modernos Airbus, com uma das manetes à frente²⁵⁶, a potência daquele motor não estabiliza em “marcha lenta”, o avião "entende" que o piloto quer voar, fazendo com que o motor cujo manete não foi recuado, progressivamente acelere, buscando manter a velocidade programada para a aproximação final. Isto explicaria a alta velocidade que foi mantida após o toque, a despeito da aplicação do reverso esquerdo e dos freios das rodas pelo piloto.

Depois do acidente e de haverem sabido que o manete direito possivelmente teria ficado em²⁵⁷ comando de subida, os pilotos da empresa colocaram no simulador todos os dados conhecidos, do avião, meteorológicos e da pista, e simularam um pouso na mesma pista, deixando o manete de comando direito em "climb"(subir) ou à frente de IDLE (neutro), revertendo o motor esquerdo e freando. O resultado foi idêntico ao do vôo real, revelando - isto é fundamental - que, ao aplicar o reverso no motor esquerdo, o motor direito acelerou, sem ação intencional do piloto, para cerca de 80% de potência²⁵⁸.

²⁵⁵ (TOGA - Take-off / Go Around ou FLEX / MCT - Maximum continuous Thrust) para a posição "Climb" (subida). Normalmente usa-se durante todo o vôo o todo "Autothrust" (potência automática), não sendo necessário fazer qualquer ajuste dos manetes, desde a redução da potência de decolagem para "Climb", até pouco antes do toque no solo, pois todas as variações de potência, exceto a redução para "mar.a lenta" (IDLE), são feitas automaticamente. Os dados já divulgados pela Airbus, do "Flight Data Recorder" (FDR-caixa preta), e pela CPI da Câmara, do "Cockpit Voice Recorder" (CVR), mostraram que, ao contrário do que seria normal, logo após o toque, os "spoilers" (freio aerodinâmico) e o freio automático das rodas não funcionaram. Isto teria como causa o manete do motor direito, deixada na posição "climb", pois, pela lógica da automação da aeronave, seria necessário que ambas os manetes recuassem para mar.a lenta (IDLE), para que, imediatamente após o toque, entrassem automaticamente em ação os "spoilers" e os freios das rodas (autobrake).

²⁵⁶ à frente da posição IDLE - a da direita estaria em "Climb".

²⁵⁷ "Climb", ou mesmo em qualquer ponto à frente de IDLE,

²⁵⁸ Este foi o terceiro caso de "saída de pista" com aeronave A 320. Os outros dois, fora do Brasil, também tinham um reversor inoperante e seus pilotos também não haviam recuado a manete equivalente ao motor sem reversor para a posição IDLE. Isto é sintoma de que pilotos possam tender a não recuar totalmente para IDLE o manete correspondente ao motor com "reverso inoperante", concentrados que ficariam em acionar o reverso do motor em que ele está operante. As condições de peso de pouso próximo do limite

É necessário comparadas as lógicas de automação humano- computador. Na primeira, a todo ajuste de potência corresponde análogo movimento do manete, que tende a responder mais facilmente à “lógica humana”, dos pilotos. Especialmente pelo fato de o movimento do manete existente no modelo automático atrair a atenção dos pilotos visualmente.²⁵⁹ . Vale lembrar que a visão capta muito mais informação do que os demais sentidos. A figura 85 mostra um Boeing 737 da Gol similar ao acidentado na colisão com o Legacy, em Congonhas com as posições de “acelerar e subir” – situação similar à que aconteceu em São Paulo. Mas este tinha espaço (pista) para decolar.



Figura 85 - Manetes em "AUTOTHROTLE" (acelerador automático) e "AUTOTHRUST" (potência automática).
O Avião decola.

Fonte: acervo do autor (2006)

A diferença final do vôo está na intenção do piloto operacionalizada em procedimentos e na situação crítica do momento. Aqui a aeronave *PRECISA SUBIR* e em Congonhas com o *TAM precisava parar* mas o computador não entendeu assim e acionou os dispositivos para subir. Para isto acontecer corretamente, as tarefas distribuídas entre o homem e o computador precisam de uma perfeita sincronização e harmonia processual. Em Congonhas não havia mais

máximo, um reverso inoperante, pista curta, molhada e escorregadia, devem ser consideradas como fatores contribuintes, no campo da psicologia para que pilotos eventualmente fiquem tão concentrados em aplicar logo o reverso do “lado bom”, deixando o outro manete em "Climb" ou em outra posição à frente do batente IDLE. Os motores podem acelerar, independentemente da vontade e da iniciativa do piloto e, sem o correspondente movimento para a frente do manete de aceleração, embora, a qualquer momento, o piloto possa desligar o "Autothrust" (potência automática), por meio de botões nos manetes, ou simplesmente reduzir ambas manetes para IDLE, o que, além de reduzir a potência dos motores, também desliga o "Autothrust" (potência automática).

²⁵⁹ É necessário comparadas as lógicas de automação "AUTOTHROTLE" (acelerador automático) e "AUTOTHRUST" (potência automática). Na primeira, a todo ajuste de potência corresponde análogo movimento do manete, que tende a responder mais facilmente à “lógica humana”, dos pilotos. Especialmente pelo fato de o movimento do manete existente no modelo “AUTOTHROTLE” atrair a atenção visual dos pilotos.

pista nem para parar nem para subir no momento crítico das ações dos pilotos. Mas computador não sabia nem entendeu.

7.3.2 O cenário tecnológico e o impacto da automação no comportamento do piloto

O piloto de aeronaves é o principal alvo da opinião pública quando esta precisa ser atendida na ocorrência de um incidente ou acidente aeronáutico e na ausência imediata de um culpado. Inicialmente delega-se a culpa ao piloto, mas são esquecidos os fatores subjacentes que envolvem as verdadeiras evidências do fato.

Uma característica inerente aos modernos sistemas de processo contínuo que envolvem riscos é o conceito de defesas em profundidade e 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) que se forem recolhidos pelo piloto, 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). Ou seja, defesas da aeronave do seu possível causador: o piloto. Da lista de causas originada por erro de tripulação de bordo (erros humanos), de acordo com publicações do Centro Nacional de Investigação e Prevenção de Acidentes (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. Estes componentes de acidentes têm-se mantido nos períodos antes da automação (décadas de 40 a 70-(até 1977)) e após a automação (de 1977 até hoje). Assim, cabem os significativos questionamentos:

- 1- O humano está preparado para participar, como importante componente, nestas novas máquinas?

2- O que acontece com o processo de preparo deste elemento para atuar nos controles das aeronaves se as análises de comportamento dos pilotos apresentam graves desvios ?

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 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 conseqüências inaceitáveis é muito árduo e pode freqüentemente apresentar resultados indesejados. 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).

Conceitos científicos e matemáticos da carga cognitiva nos pilotos

O piloto se depara com necessidade de conhecimentos que hoje superam suas capacidades. Existem aeronaves (como o bombardeio Stelph B117, figura 86) que são “invoáveis” sem o auxílio de computadores.



Figuras 86 A visão frontal é limitada no F-117 devido ao formato aerodinâmico.
Fonte: Acervo do autor(2001)

Ciências de navegação, correlação de peso variando com peso e balanceamento decrescente de combustível durante o vôo e sustentação variável da aeronave, coeficientes de arrasto e penetração aerodinâmica (envelope de vôo) problematização de controle da queda administrada para um pouso seguro são cada vez mais complicados com os novos desenhos aerodinâmicos, tamanho, peso crescentes dos novos aviões.

Estes fatores são somados à redução da mão de obra nos cockpits (retirada do engenheiro de vôo / navegador) e à concorrência maior de aeronaves voando em aerovias controladas externamente por estações de monitoração de tráfego (ATC) e vôos sem visibilidade à noite ou em mau tempo, que contrariam completamente os sentidos naturais de visão do deslocamento e causam uma irreversível pressão emocional nos pilotos que não podem manifestar claramente os seus temores sob risco de afastamento profissional. Mas os computadores chegaram para auxiliar estes profissionais em um trabalho simbiótico em um trabalho de soma de suas capacidades naturais.

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 combinação 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, em hipótese, se integra em uma perfeita simbiose para conduzir aeronaves.

O homem se apresenta com sua inigualável capacidade de reconhecimento de padrões e situações com base em suas experiências e know-how utilizando seu pensamento predominantemente qualitativo. O computador atua com sua imensa capacidade de leitura e processamento eminentemente quantitativo de dados, fornecendo em curto tempo, respostas precisas.

Mas o computador é uma máquina que só fala *zeros e uns* e o humano precisa, queira ou não, conviver com este tipo de dispositivo em sua tarefa de controlar a aeronave, muitas vezes sem saber o que os sistemas automatizados estão fazendo ou o piloto permanecer em estado de complacência, acreditando que certas funções de controle da aeronave seriam assumidas pelos computadores de bordo, o que têm causado muitos acidentes segundo os estudos da Federal Aviation Administration- FAA sobre os pilotos nos cockpits dos novos aviões (1996).

7.3.3 O funcionamento previsto para ser exercido por dois componentes, o ser humano e o computador no controle das aeronaves automatizadas– Como atua cada componente ?

Existem algumas teorias sobre o funcionamento da mente mas não se pode provar que a automação e a computação eletrônica são similares à natureza dos fenômenos mentais. Mesmo a Ciência Cognitiva, sedimentada no viés do computacionalismo clássico não

estabelece as similaridades necessárias para consolidar esta teoria²⁶⁰. O domínio da computação mono-processador, no campo de utilização de linguagens procedurais se fundamentam na lógica clássica e apresenta as características típicas de um sistema lógico/seqüencial. A técnica chamada de processamento paralelo²⁶¹ ainda é insipiente e engatinha atualmente na área de aplicativos comerciais e poderíamos ter uma leve correspondência com a mente humana.

A possível similaridade com seres humanos foi implementada por John Von Newman (1946-1952) na máquina chamada IAS²⁶². Mas é uma máquina seqüencial cuja lógica é binária (duas alternativas). Estes computadores são perfeitos e notáveis pela precisão mas inúteis para estabelecer similaridades com o funcionamento da mente diante de situações nebulosas, não precisas, não claras, não perfeitas, não visíveis. Ou onde se exige processar informações não planejadas com elementos insuficientes para estabelecer tomadas de decisão em situações críticas ou que representam perigo real e imediato.

A grande capacidade do computador em auxiliar o ser humano em quase todas as áreas da ciência obliterou a sua visão para avaliar as verdadeiras diferenças processuais entre os computadores e a mente dos humanos na operacionalização de estruturas de conhecimento quando em confronto com situações complexas. Os computadores promovem aplicações formais, rápidas e precisas com resultados claros e diretos²⁶³.

²⁶⁰ O computador digital desenvolvido por Von Neumann foi derivado principalmente da máquina chamada Colossus, projetada por Allan Turing durante a Segunda Grande Guerra. E esta, por sua vez, está sedimentada na função lógica.

²⁶¹ O sistema central de um computador é composto em geral por circuitos eletrônicos (CI – Circuitos Integrados), que executam determinadas funções. O principal deles é a Unidade Central de Processamento – UCP ou CPU – Central Processing Unit, responsável pelo gerenciamento de todas as funções do sistema. Em um microcomputador a CPU, também chamada de microprocessador, é um circuito integrado, um chip. A CPU é um circuito eletrônico que distingue somente dois estados físicos, ligado ou desligado, representados pelos números 0 e 1 – dígitos binários. Mediante uma série de “truques” eletrônicos, a CPU tem a capacidade de somar “grandezas” representadas por zeros e uns, e ainda permite compara “grandezas” (diferente, maior, etc). Mas somente isto: somar e comparar grandezas.

²⁶² projeto e construção do computador do Instituto de Estudos Avançados (IAS) de Princeton por John Von Neumann e seus colaboradores em 1946-1952. O projeto de Newman tem um valor inestimável em projetos computacionais e foi um grande avanço científico no pós-guerra. Promoveu toda esta cientificidade eletrônica apoiada por atuadores eletrônicos representada hoje pela micro-informática e micro-computadores pessoais

²⁶³ O homem, impressionado com as altas possibilidades amplas de processamento dos computadores é levado a realizar uma engenharia reversa com a mente do humano, comparando-a e estabelecendo um paralelo de funcionamento, com muita propriedade e competência, como cita Pinker (2000) em suas teorias. Este cientista escreve como se fizesse o trabalho inverso de John Von Newman (quando desenvolveu o projeto de seu computador a partir de características do ser humano). Pinker apresenta as características computacionais da mente apontando, muito apropriadamente, para programações e estruturas biológicas similares aos computadores eletrônicos. Mas o ramo da inteligência artificial se depara com severas críticas e linhas de trabalho exatamente porque a mente é um cofre fechado com seus segredos de seu funcionamento.

Como cada componente (humano e computador) “aprende” suas tarefas

A lógica clássica possui uma relação muito próxima com a linguagem natural. No entanto, algumas características da linguagem natural não se adequam a um procedimento formal. Por exemplo, a linguagem natural é permeada de contradições²⁶⁴.

A lógica clássica (LC), a princípio, trabalha com dois valores: verdade e falsidade. Um predicado pode ser verdadeiro ou falso, mas nunca simultaneamente verdadeiro e falso. Na LC não se está preocupado com o fato de uma expressão ser realmente uma verdade ou não para a ciência ou filosofia. Seus procedimentos funcionam independente desta veracidade. Em outras palavras, o que está sob o domínio dessa lógica são procedimentos formais que permitem partir de premissas e alcançar um resultado.

A correspondência entre este resultado e algo externo à própria lógica não é uma questão que a LC se proponha²⁶⁵. Existem diferenças entre humanos e máquinas no processo de “aprendizagem”. No ato de aprendizagem do Humano, estão envolvidos o aprendiz, o professor, o currículo, a avaliação e a governança. O fator mais importante onde depende a aprendizagem do piloto é a sua estrutura cognitiva prévia (AUSUBEL, 1978). A estrutura cognitiva de cada ser humano é idiossincrática e o resultado de pensamentos, sentimentos e ações se combinam para formar o significado pessoal da experiência.

O computador é uma máquina eletrônica que, para “aprender”, requer a instalação de uma programação, que é uma série lógica de operações, hoje desenvolvida e instalada pelo Humano. O Humano, que por sua vez, requer teoricamente que ocorra uma série de conexões e a conjunção de conhecimentos prévios (AUSUBEL, 1978). O fato é que os computadores requererem o exercício de um pensamento particular, que conduz aos comandos que se pode fornecer à máquina através de um conjunto de instruções codificadas chamadas de programa que fica “armazenado” dentro da máquina, onde esta pode interpretar formalmente.

Computadores obedecem. Computadores não “compreendem”²⁶⁶.

²⁶⁴ Por essa razão Frege, fundador da lógica moderna, buscou a elaboração de uma linguagem artificial mais econômica e exata (sem ambigüidades) (WADLER, 2000). Segundo Feitosa e Paulovich (2001), um sistema formal deve apresentar: (1) um conjunto qualquer de símbolos, ou alfabeto; (2) um conjunto de expressões “bem formadas”; (3) um conjunto de axiomas; (4) um conjunto finito de regras.

²⁶⁵ A Inteligência artificial normalmente se baseia na LC para gerar um modelo do funcionamento da mente, e nesse sentido a Máquina de Allan Turing e Tommy Flowers (Colossus) é um modelo lógico abstrato da mente. Mas é possível perguntar até que ponto esse modelo é realmente adequado. Ou, ainda, quais aspectos da mente humana são evidenciados através deste modelo. A resposta a essas perguntas envolve não somente aspectos filosóficos, mas também computacionais e, nesse caso, lógicos.

²⁶⁶ Seltzer (1997) registra que, quando fornecemos comandos a qualquer software somos forçados a pensar de tal modo, que os pensamentos possam ser introduzidos na máquina. Em particular, qualquer programa é programado dessa maneira. Denominamos esse tipo de pensamento de “Pensamento Maquinal”. Quando se o exerce, reduz-se o espaço mental àquele definido e aceito pela máquina. Obviamente, isso tem uma influência na maneira como a pessoa pensa, pois os seres humanos incorporam todas as vivências: a

Segundo Pinker (2000), o objeto do aprendizado se traduz em informações e sinais formatados em símbolos que são novamente configurados em bits (binary digit)²⁶⁷ de matéria (neurônios), que é transmitidos na forma de padrões de conexão e em atividades dos neurônios.

Desta forma a informação não se perde quando migra de suporte físico, como por exemplo uma informação oral, que se formata em padrões sonoros, transmitidos pelo ar até o sistema auditivo onde muda novamente de suporte físico. Acaba retornando ao processamento do cérebro, através da atividade neuronal²⁶⁸.

Se um sistema artificial for baseado no computacionalismo clássico que opera a partir da lógica clássica, é possível ordenar a tal sistema a realização de uma determinada tarefa. Por exemplo, determinar o tempo que falta para finalizar um voo em uma aeronave, considerando vento, velocidade do avião e outros condicionantes²⁶⁹.

O indivíduo realiza as atividades computacionais propriamente ditas. Ele faz o cálculo em questão através de um procedimento formal. A importância dessa descrição é colocar o contexto (externo) sócio-histórico na perspectiva da resolução do problema, e isto significa que antes de qualquer computação formal e lógica o indivíduo provavelmente irá verificar a pertinência e a veracidade das premissas apresentadas.

tendência é de pensar de uma maneira lógica, não ambígua, e esperar que tudo no mundo seja uma abstração, seja determinístico e previsível como o são os computadores.

²⁶⁷ BIT ou Binary Digit é a menor unidade de informação armazenada e/ou tratada em computadores.

²⁶⁸ Os símbolos formados por esse mesmo cérebro-mente não são apenas o resultado de uma inscrição / representação interna, a partir dos sentidos. São símbolos que podem conter, além da informação representacional, propriedades causais, o que significa que contêm informações e simultaneamente fazem parte de uma cadeia de eventos físicos, ou seja, podem gerar informações e/ou ações. Então, os bits de informação processados pelo cérebro-mente humano podem acionar outros bits componentes de símbolo, produzindo sentido: validação ou não de informações (verdadeiras ou falsas, que vão formar o conjunto de crenças do indivíduo); ou podem acionar bits conectados com músculos, resultando em movimento. Assim, a computação mental é complexa e viabiliza a combinação de processamentos, envolvendo, por exemplo, que um símbolo processado, sob determinado conjunto de regras, acione um evento mecânico (ou eletrônico, como acontece com um computador real, ou com um autômato programável para executar funções, ou, como pensava Alan Turing, em 1937, aconteceria com um processador de símbolos capaz de ler símbolos e operar a partir de um conjunto fixo de regras).

²⁶⁹ Existem distintas etapas para a solução de problemas por seres humanos. Em primeiro lugar, existe a localização do problema perante o universo histórico-social do indivíduo. O indivíduo cria uma estrutura conceitual (frame) que permite tratar os dados em questão, normalmente utilizando a linguagem como ferramenta de controle. É uma “questão de como o raciocínio não-monotônico, como a adição de informações influencia a situação comprobatória das conclusões, é capaz de inibir ou descartar opções inferências” (Frawley, 2000, p.38-39). Segundo Oliveira (2003), tal proposta envolve sutilezas as quais, talvez, uma máquina ainda não possa computar. A princípio, a máquina calcularia a distância percorrida de maneira mais rápida e exata que um ser humano para ir de carro de São Paulo a Tóquio. Por outro lado, um ser humano poderia responder que não é possível ir de carro de São Paulo a Tóquio. Este exemplo, apesar de banal, nos mostra algumas divergências interessantes na forma de tratamento dos problemas por humanos e por máquinas. Seres humanos costumam levar em conta a veracidade das premissas com que trabalham. Não que isso impeça a realização de um procedimento puramente formal, mas a verificação ou não da veracidade das premissas pode mudar significativamente a relação entre indivíduo e problema.

No caso de sistemas artificiais, como ocorre na IA, existe apenas a computação lógica. Um sistema artificial não está, a princípio, apto a estabelecer relações sócio-históricas. Ele não tem a possibilidade de situar o problema em um contexto individual. Mesmo assim, um sistema poderia até concluir que não é possível viajar de carro de São Paulo a Tóquio, mas tal solução seria o resultado de uma programação computacional mais completa, e não da verificação da pertinência das premissas.

É possível que um sistema artificial possa até simular, e de maneira eficiente, os procedimentos realizados por humanos. Porém isso não parece ser suficiente para explicar o funcionamento da mente, já que o computador continua realizando apenas operações sintáticas, sem verificação da pertinência de suas premissas e conclusões. Esse modelo é, sim, uma boa ferramenta para a melhor compreensão da natureza dos processos mentais, um artefato que permite testar empiricamente hipóteses e teorias sobre a mente e que reproduz certas partes do seu funcionamento, em particular seu raciocínio lógico-formal, seu modo de funcionamento dedutivo. Mas, por outro lado, é difícil sustentar que este modelo seja possuidor de uma mente tal qual a mente humana devido aos limites da lógica clássica e da não consideração de outros tipos de raciocínio possíveis de serem realizados.

Enfim, por um lado a diferença consiste no fato de humanos verificarem a pertinência das premissas com que a lógica trabalha, sua relação com respeito ao que é exterior a ela mesma. Por outro lado, o problema é interno à própria lógica, limitada a uma lógica formal que não permite contradições nem ambigüidades. Nesse sentido, a utilização de uma lógica que permita uma maior proximidade com a mente humana e sua linguagem natural tem grande interesse. Em particular uma lógica que permita estados intermediários entre o verdadeiro e o falso, e mesmo que permita o aparecimento de contradições.

Um avanço já concretizado no meio científico é a utilização da lógica *fuzzy*. A vantagem desta ferramenta é tornar possível a utilização de valores intermediários contínuos entre 0 e 1 (ou falso e verdadeiro). De certa forma, com a lógica *fuzzy* já é possível conceber uma computação mais flexível, mais próxima da realidade da mente humana, e isso consiste certamente em um grande avanço. Mesmo assim, ainda não se pode computar contradições, embora essa lógica permita operações que envolvem ambigüidades, vaguides, imprecisões, ruídos e *inputs* incompletos²⁷⁰.

²⁷⁰ *Pinker (2000) registra que trata-se de um paradigma estruturado sobre a chamada Teoria Computacional da Mente, que supõe para o funcionamento da mente humana as naturezas do processo computacional de informações na forma de símbolos. Este processo computacional está associado à capacidade do cérebro humano de representação mental do conhecimento. (representação visual, fonológica, gramatical e em uma linguagem mental interna do ser humano), em camadas complexas e inter-relacionadas de redes associativas*

Esse sistema biológico-informacional peculiar da espécie humana também está equipado com sistemas de regras para processamento, que seriam infinitamente mais flexíveis do que aquelas regras que compõem qualquer tipo de programação computacional convencional, e que viabilizam não apenas categorizações do conhecimento precisas e/ou probabilísticas (*Fuzzy* - difusa), mas também lógicas abstratas como, por exemplo, a que permite ao ser humano reconhecer um rosto ou mesmo a noção de individualidade.

Esta questão a seguir aponta para nossa hipótese que visa “harmonizar ações e comportamentos” dos dois componentes no controle de aeronaves: A lógica fuzzy poderia ser aplicada na programação dos computadores de bordo em aeronaves para se aproximar mais das decisões supostamente tomadas por humanos e assim harmonizar mais os procedimentos operacionais?

7.3.4 O avião se defendendo dos erros dos pilotos. O processo sistêmico está equilibrado e operacionalmente à prova de falhas ?

A leitura das “Caixas Pretas” constata que, 70% a 80% dos acidentes aconteceram por falha humana, ou seja, havia uma seqüência de falhas que estavam relacionadas com o Fator Humano, as quais podemos citar o estresse e falhas na perfeita compreensão dos novos procedimentos relacionados com as inovações tecnológicas atreladas à automação. Igualmente falhas no comprometimento do processo decisório em situações de emergência e falta de percepção de todos os elementos que envolvem uma determinada situação em um curto espaço de tempo, faltando, por vezes, consciência situacional. A automação surpreende muitas vezes as tripulações fazendo-as não compreender a extensão desta tecnologia de forma muito freqüente em aeronaves com alto grau de automaticidade. Estes fatos são comentados de forma velada pelos pilotos que não podem fazê-lo ostensivamente, pois criariam auto-demérito profissional. Isto se traduz em questões comuns tipo:

de significados. Esses eventos constituem uma computação, pois o mecanismo foi arquitetado de modo que, se a interpretação dos símbolos que acionam a máquina for uma afirmação verdadeira, a interpretação dos símbolos criados pela máquina também será uma afirmação verdadeira. Um poderoso software geneticamente aperfeiçoado também funciona de forma a conservar, na representação mental, as relações preservadoras de verdade exatas ou probabilísticas que formaram a suposta relação verdadeira observada na realidade, da primeira vez que o cérebro operou sobre aquele símbolo.

- “O que está acontecendo agora?”
- “Qual será o próximo passo dos sistemas automáticos?”
- “O que houve?”
- “Isto foi normal?”.

Este tipo de dúvida seria inadmissível em aeronaves antigas, pois o piloto, nestas máquinas mais antigas, funciona como uma “extensão” do avião. Este cenário contribui para desordens emocionais ocultas e crescentes no meio aeronáutico. Estas surpresas da automação refletem uma completa incompreensão e/ou a desinformação dos usuários, das capacidades e limitações destes novos processos não vistas pelos *designers* de aeronaves. Complexas interfaces de automação, grandes diferenças em filosofia e implantação entre tipos de aeronaves, incluindo aeronaves diferentes do mesmo fabricante, e inadequado treinamento contribuem para deficiências em tripulações compreenderem a automação.

Investigações dos acidentes concluíram que o ideal seria o piloto passar não somente por treinamentos mas também acompanhamento psicológico, dando-lhe a oportunidade do autoconhecimento, identificando possíveis "panes psicológicas" que a sua máquina biológica pode apresentar que coloca em risco a segurança do voo. Seria dado, assim, suporte científico a tripulação e todos os demais envolvidos com a atividade aérea, minimizando fatores causadores de incidentes e acidentes.

As defesas em profundidade nas novas aeronaves – Defesas contra quem ?

Uma característica inerente aos modernos sistemas de processo contínuo que envolvem riscos é o conceito de defesas em profundidade e 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) que se forem recolhidos pelo piloto, 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). Ou seja, defesas da aeronave do seu possível causador: o piloto. Na figura 87 vê-se estes dispositivos expandidos (acionados).



Figura 87- Sistemas críticos controlados por computador.
Fonte: foto cedida pelo Cmte. Bastos (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 o fato como 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.

7.3.5 *Conceitos científicos da carga e sobrecarga cognitiva nos pilotos*

A carga cognitiva como fator causal

Da lista de causas originada por erro de tripulação de bordo (erros humanos), de acordo com publicações do Centro Nacional de Investigação e Prevenção de Acidentes (2002 e 2004), estão presentes em 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. Estes componentes de acidentes têm-se mantido nos períodos antes da automação (décadas de 40 a 70 até 1977) e após a automação (de 1977 até hoje). Cabem os significativos questionamentos:

É possível preparar o humano emocional e tecnicamente para participar, como importante componente, nestas novas máquinas nos formatos atuais de treinamento?

O que acontece com o processo de preparo deste elemento para atuar nos controles das aeronaves se as análises de comportamento dos pilotos apresentam graves desvios ?

A Sobrecarga do trabalho pouco clarificada na literatura da saúde do aeronauta piloto de aeronaves

Hoje, um cockpit moderno não conta mais com inúmeros instrumentos analógicos dos aviões produzidos até os anos 70. O vôo não é mais conduzido de forma manual e com a presença integral do piloto durante todas as fases deste vôo. 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 vôo que avisam suas medições precisas e, em certos casos, não deixam que o piloto tome determinadas atitudes que sejam perigosas ao vôo. 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.

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 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 conseqüências inaceitáveis é muito árduo e pode freqüentemente apresentar resultados indesejados. São estas as razões pelas quais não é possível ter-se um sistema imune aos efeitos de erros, 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 ao invés do porque (MARTINS, 2002).

7.4 A comunicação e a linguagem- fontes de falhas humanas no trabalho e causalidades de acidentes prevalentes na aviação

A linguagem é repleta de ambigüidades, está presente em uma palavra ou frase com mais de um significado ou interpretação possível. Em um estudo de 6.527 reportes submetidos por pilotos e controladores ao ASRS , houve 529 reportes de incidentes que a Federal Aviation Administration classificou como representativos de "FRASES AMBÍGUAS". Em 27 de mar. de 1977, o piloto de um Boeing 747 da KLM transmitiu, "*We are now at take-off*", assim que sua aeronave começou a corrida de decolagem em Tenerife, Ilhas Canária (figura 69 , pág 217) os dois Boeings 747 que se chocaram em Tenerife em 17 de mar. de 1977. O controlador interpretou errado a mensagem citada, entendendo que a aeronave estava na posição de decolagem, aguardando instruções, deste modo não avisou ao piloto que uma outra aeronave, o 747 da PanAm que estava invisível devido a nevoeiro, estava naquele momento na pista.

7.4.1 O diálogo humano e o eletrônico – Um protocolo integrante do processo de vôo

A mudança de significado (*code switching*) pode ocorrer sempre que piloto/controlador têm a mesma língua nativa, quando diferentes dialetos ou variantes são disponíveis²⁷¹. Um exemplo ocorrido no acidente do aeroporto de Wayne Orange, Califórnia, em 17 de fevereiro de 1981. Problemas também podem surgir de homofonia: ocorre com diferentes palavras de som parecido, como em "left" e "west", ou exatamente igual como em "to" e "two". Esta última levou a um acidente fatal em um aeroporto no sudeste da Ásia. O controle autorizou a aeronave descer para "two four zero zero". O piloto cotejou (confirmou com uma repetição da frase) a autorização como "OK. Four zero zero". A aeronave então desceu para 400 pés (122 metros) ao invés do autorizado pelo controle, que foi 2400 pés (732metros).

Em um outro caso um comandante, que era quem estava pilotando, ouviu seu co-piloto dizer, "Cleared to seven". Ele começou a descer para 7000 pés (2135 metros), porém a 9500 pés (2898 metros) o co-piloto avisou ao comandante que 10000 pés (3050 metros) era a altitude correta. A comunicação do co-piloto, que o comandante tinha ouvido `como

²⁷¹ Uma deformação de significados na comunicação PILOTO-CONTROLADOR podem facilmente levar à morte centenas de pessoas (crivo do autor)

autorizado para sete', foi de fato autorizado "two seven", significando que a pista designada para pouso foi a 27L. Na linguagem escrita, minúsculas diferenças de pontuação podem drasticamente mudar o significado da frase²⁷².

Similaridade, na linguagem falada, diferenças sutis na entonação e colocação de pausa dão indícios de como as palavras devem ser interpretadas. Um exemplo, a exclamação – "right!" – pode ser entendida como entusiasmo, resignação, ou sarcasmo, dependendo da entonação. Mas quando quem pronuncia está distraído, estressado ou descuidado, esta entonação pode ser omitida ou deslocada, resultando em uma importante perda ou distorção de um componente da comunicação. Um instrutor de vôo durante um "cheque" notou que o piloto de uma pequena aeronave aumentou a potência exatamente antes do toque, contrariando ordens do instrutor. O instrutor (pensou ele) tinha dito, "*Back---pausa--- on the power*". O que o piloto ouviu foi, "*Back on---pausa--- the power*".

Pausas excessivas dentro de uma transmissão pode levar a uma "frase oscilante atrasada", se "adiciona algo a uma frase ou sentença explanatória para uma transmissão que parece, na tonalidade e em conteúdo, que estava, já, terminada".

Em uma frequência congestionada tais pausas correm o risco de sobreporem, ou serem sobrepostas por uma outra transmissão²⁷³. Complexidades adicionais resultam da variedade de funções que a lingüística chama "*speech acts*" (modo de falar) – que alguma frase pode representar, incluindo afirmação, pergunta, solicitação, promessa e assim em diante. No Inglês falado, a estrutura ou gramática de uma frase (especialmente se dada em forma abreviada) não necessariamente indica sua função, e isto pode causar estragos até mesmo na mais simples das situações. Por exemplo um piloto formulou mal a frase "traffic.level at 6000 feet" para ser uma instrução para ele próprio, significando [desça para e permaneça] nivelado a 6000 pés [devido a tráfego], ao invés de uma afirmação sobre seu tráfego, significando [o tráfego está] nivelado a 6000 pés, como intencionava o controlador.

Palavras com afirmações duvidosas, tais como os pronomes "him" ou "it" ou nomes indefinidos tais como "things" podem causar consideráveis confusões nas comunicações da

²⁷² (por exemplo,: "*The flight attendant called the passengers' names as they boarded*" versus "*The flight attendant called the passengers name as they boarded*". Que uma pequena apóstrofe após "*passengers*" representa a diferença entre uma ação como provocar um sorriso dos passageiros e uma resultar em colisão entre eles e indignação.) Nota do autor.

²⁷³ Um piloto de linha aérea transmitiu: "*[Call sign] is maintaining zero nine zero---[pause]---as assigned*". O piloto então ouviu o controle de aproximação transmitir: "*.. turn to one eight zero degrees*". O piloto respondeu, "*Roger, [Call sign], turn to one eight zero*". Trinta segundos mais tarde, o controle de aproximação transmitiu: "*[Cal sign], where are you going? You were given zero nine zero. Turn immediately and climb..*". Isto foi algum tempo antes do piloto compreender o que aconteceu. A proa de 180° foi para outra aeronave; a expressão "*as assigned*" após a pausa (inconveniente) bloqueou o indicativo de chamada da outra aeronave.Fonte:(National Transport Safety Board, 2002).

aviação. Por exemplo, em um acidente ocorrido em Everglades, Flórida, em 29 de dezembro de 1972, o piloto e a tripulação de um avião L1011 da Eastern Airlines ficou preocupado com um problema no trem de pouso frontal (do nariz) do avião, e avisou sobre o problema a vários controladores durante a viagem.

Quando o controlador de aproximação do Aeroporto Internacional de Miami notou no radar que a sua altitude estava decrescendo, transmitiu, "*How are things comin' along up there?*" e o tripulante respondeu "OK". O tripulante estava se referindo ao problema com o trem de pouso, o qual, aconteceu, eles procuraram concertar, inteiramente desavisado de que havia algum problema com a altitude. Porém o controlador interpretou OK como se referindo ao problema de altitude, porque era o que ele tinha em mente quando questionou o piloto. O choque matou 101 pessoas.

Para esclarecer o tempo de estruturação de uma formulação, e dessa forma evitar o tipo de confusão que aparentemente ocorreu no acidente de Tenerife quando uma instrução sobre o que fazer após uma decolagem, para a qual a autorização ainda não tinha sido dada, pareceu dar entender uma autorização de decolagem, controladores usam as palavras "*anticipate*" ou "*expect*". Tais modificadores são úteis, mas eles não são de tudo seguros por si próprios.

A expectativa de uma instrução pode levar um piloto a confundir uma autorização diferente por uma que fora antecipada. Por exemplo "*Expect clearance to climb to 5000 feet*" com "*Cleared to climb to 5000 feet*". Neste estudo, em mais de 6000 reportes do ASRS, foi observado que: "Em muitas situações de má compreensão pode ser atribuída ao fator expectativa, que é, e quem recebe a transmissão percebe que o que ele ouviu era o que ele esperava ouvir na mensagem transmitida. Pilotos e controladores da mesma forma tendem a ouvir aquilo que eles esperavam ouvir.

Desvios da rotina não são percebidos e o cotejamento é ouvido como sendo o mesmo que a mensagem transmitida, se correta ou incorreta". Isto foi demonstrado em maio de 1995, no aeroporto de Heathrow, Londres, quando um Airbus A300 da Lufthansa decolou sem autorização (este foi o sexto incidente parecido no maior aeroporto da Inglaterra desde 1990)²⁷⁴.

Em outro incidente, uma aeronave nivelada no FL 310 (31000 pés, 10000 metros) solicitou autorização para descer para o FL 240 e foi avisado para esperar pela autorização dentro de 20 milhas. Mais tarde, um comissário de bordo veio a cabina para discutir um problema de

²⁷⁴ Investigadores disseram que "estando alinhado (line-up) o tripulante esperava que sua próxima instrução seria para decolar..Em uma fase da decolagem que fluía rápida, o tripulante foi instruído mais tarde, quando já alinhado, a observar uma aeronave a sua frente decolando.

temperatura que voltará a acontecer, o comandante confundiu o cotejamento do 1º oficial de uma proa de 280 graus como autorização para o FL 280 e começou uma descida prematura. A similaridade entre 240 e 280, e a força da expectativa, combinada para dar a falsa impressão. A falha ao fazer uma clara distinção entre uma afirmação condicional e uma instrução pode colocar uma ou mais aeronaves em perigo²⁷⁵.

Má compreensão pode derivar de sobreposição de números que são compartilhados por vários parâmetros da aviação. Por exemplo, 240 pode ser um nível de vôo, uma proa, uma velocidade o número do vôo de uma empresa. Indicativos de chamada são particularmente comuns serem confundidos com um outro. Incidentes nos quais uma aeronave aceita uma instrução dirigida a outra têm incluído pares com apenas suaves similaridades: por exemplo, "TWA 232" versus "United 692" e "Air Cal 127" versus "Air Cal 337".

Uma aeronave estava voando na rota chamada 300 no nível de vôo 27000 pés de altitude [proa de 300 graus no FL 270 (altitude de 27000 pés)]. O ATC (Controle de Tráfego Aéreo- Air Traffic Control) “vetorou” a aeronave para "three one zero"²⁷⁶. O primeiro oficial confirmou "three one zero" e então subiu para o FL 310 ao invés de curvar para o rumo (proa) de 310 graus²⁷⁷.

Pesquisadores da National Transport Safety Board têm sugerido que a possibilidade de confusão sobre o significado de uma sequência de números é aumentada quando dois ou mais conjuntos de números são dados em uma mesma transmissão. Especialmente em uma alta pressão, alta carga de trabalho na cabina ou Torre, não precisaria mais que uma pequena falta de atenção para ultrapassar os três dígitos para nível de vôo e proa. Técnicos da Federal Aviation Administration escreveram que erros em sequências de números "parecem" ocorrer mais frequentemente quando o ATC indica mudanças na altitude designada em uma mesma autorização". Nos estudos dos reportes de incidentes do ASRS, disse que "um erro

²⁷⁵ Durante um vôo nivelado no FL 230 um co-piloto, que estava pilotando no momento, solicitou ao ATC autorização para subir para o FL 310. O controlador respondeu "FL 310 is the wrong altitude for your direction of flight; I can give you FL 290.." O co-piloto respondeu, "Roger, cleared to 290, leaving 230". O controlador não contestou o cotejamento. Quando a aeronave atingiu 24000 pés, o controlador interrogou a altitude da aeronave e disse, "I did not clear you to climb, descend immediately to FL 230. You have a traffic at eleven o'clock 15 or 30 miles". O piloto tinha entendido, eu posso lhe dar o FL 290 como significando você está autorizado subir para o FL 290. (FL 290= 29000 pes).

²⁷⁶.. vetorou a aeronave para "three one zero" – ordenou a direção 310 graus na bússola magnética.

²⁷⁷ Uma outra aeronave foi de fato autorizada para o FL 310. Próximo ao FL 260 o controlador perguntou sobre a velocidade da aeronave. O piloto respondeu "315 knots". O controlador disse "Maintain 280". O piloto respondeu "280 knots", diminuiu para 280 KT, e continuou subindo para o FL 310. Por vol ta do FL 295 o controlador perguntou pela altitude da aeronave e o piloto respondeu, "295". O controlador disse que a aeronave estava autorizada só até FL 280. Neste caso, o controlador tinha estabelecido um contexto de velocidade através de sua primeira pergunta e falhou ao indicar que o assunto tinha mudado para sua próxima pergunta. O piloto tinha então cotejado algo que combinava com aquilo que o controlador atualmente disse ("280") com o presumido contexto ("knots"), e o controlador não percebeu esta palavra extra.

padrão poderá ser claramente identificado: ouvir números errados ocorrem mais frequentemente quando em uma única autorização existem duas ou mais ações separadas para os pilotos.

“Um número após outro número” cria a clássica condição para confundir os números²⁷⁸. Ainda, isto é exatamente o que acontece quando o piloto confirma um comando numérico entendido (como uma altitude designada) e então confirma a identificação do voo, o qual por si só é um número”. Para piorar o problema, repetições extensas de instruções em um formato essencialmente igual, como "*cleared to---feet, expedite*", pode ter um efeito maçante na consciência do piloto. Como um efeito, especialmente durante a fase de voo onde a carga de trabalho é pesada, pode levar a enganos baseados na linguagem. A responsabilidade primária para tornar compreensível as radiocomunicações é dos pilotos e controladores. Técnicas de comunicação PILOTO/CONTROLADOR envolvem um sistema de quatro passos baseados no elo "confirmação/correção". Estes passos são:

- remetente transmite a mensagem;
- receptor efetivamente ouve a mensagem;
- receptor repete a mensagem de volta ao remetente (coteja) e
- remetente efetivamente certifica-se do cotejamento correto.

A margem de segurança da construção deste sistema depende totalmente de que estes quatro elementos de comunicação sejam executados corretamente.

Erros lingüísticos geralmente representam uma aberração no passo (1): a transmissão é vitimada por um dos tipos de anomalias discutidas neste artigo. A consciência das armadilhas lingüísticas pode ajudar a evitar que isto aconteça nas comunicações em primeiro lugar, mas sob pressão da carga de trabalho será raro a pessoa que possa evitá-las completamente. Entretanto, o estrito cumprimento dos passos (1) até (4) forma uma linha de defesa contra os erros. Nos estudos de reportes da Federal Aviation Administration e National Transport Safety Board vemos que talvez o mais importante padrão que se pode obter é uma forte

²⁷⁸ “*cross XYZ at one thousand, descend and maintain one zero thousand, reduce speed to 250 knots'..*”.
 ..Dizendo um número após outro número cria a clássica condição de confusão com os números (opinião do autor).

indicação de que uma redundância essencial – a falha operacional, procedimento de duplo cheque dos elementos recentemente transmitidos `hearback' – frequentemente é desprezada nos diálogos piloto/controlador". Entre as formas que a falta de uma confirmação/monitoramento destes passos evidentes, temos: Um controlador não ouve – ou não entende um cotejamento errado do piloto. O piloto entende a falta de resposta como um silêncio de confirmação de que o cotejamento estava correto. Após receber uma instrução, o piloto encerra com um inadequado "Roger" ou "Okay" ou "So long", (Câmbio, no Brasil) o que impede qualquer verificação ou duplo cheque por parte do controlador. Os estudos dos reportes ASRS²⁷⁹ de 1988 continham um número de reclamações dos pilotos de falhas dos controladores ao não corrigirem cotejamentos errados²⁸⁰.

Entretanto, o aeronavegante tende a depreciar a significância de seu próprio erro ao ouvir, como menos crítico que a função de monitorar o controlador. Mais ainda os tripulantes devem monitorar as atividades de escuta dos controladores. Ouvir pela metade, dúvida, algumas vezes adivinhação com números para proas, altitudes, ponto de espera no taxi, número das aerovias.. se seus cotejamentos não foram cobrados concluiu-se que foi aceito pelo tripulante como correto.²⁸¹. Aceitando instruções para descer para baixas altitudes enquanto ainda bem longe do seu destino, subir acima de altitudes usuais, curvas com 180 graus de defasagem da sua trajetória desejada, nível de vôo conflitante com a direção, descida dentro de nuvens através de camadas da pilha de aeronaves em órbita, descida IMC abaixo do nível mínimo para regiões montanhosas – o aeronavegante subordinado ao senso comum de julgamento e praticidade operacional para uma suposição de um silêncio do controlador estaria exposto a situações de risco.

Um outro problema se refere a "rápidez como são dadas as instruções (velocidade de transmissão) e são mais comuns que os problemas citados na técnica de emissão". Entretanto reconhecendo a realidade das condições de tráfego congestionado durante a aproximação em um aeroporto de grande porte durante os períodos de pico, e frequentemente felicitando controladores por fazerem um bom trabalho sob circunstâncias difíceis. Pilotos, não obstante,

²⁷⁹ *Aviation Safety Reporting System - O ASRS é um esforço contínuo do governo norte americano, da indústria e de indivíduos para manter e melhorar a segurança da aviação. O ASRS coleta e apresenta voluntariamente incidentes de insegurança na aviação / relatórios sobre a situação dos pilotos, controladores e outros*

²⁸⁰ *Entre os comentários destacamos:*

"Minha impressão é que o controlador não estava no modo de ouvir (equipamento rádio). Assim que eles enviam uma autorização, eles começam a falar com outras aeronaves e não prestam atenção ao cotejamento."

.. "É minha opinião que se cotejasse o número do meu cartão de seguridade social a maioria dos controladores não questionaria."

²⁸¹ *instruções precisam ser duplamente checadas do tipo **como e onde** voar sua aeronave (crivo do autor)*

destacam um duplo perigo de "*non-stop transmission*". Primeiro, isto torna fácil perder a identificação de sua própria aeronave em mensagens embaralhadas, e segundo, não se tem a chance de confirmar ou cotejar e o controlador não saberá se alguma instrução foi perdida.

Dificuldades nas comunicações piloto/controlador têm sido exaustivamente estudadas, em sua própria investigação nas literaturas de pesquisa. Mas o problema não será fácil de eliminar. No período de 1988 à 1989, reportes ASRS (*Aviation Safety Reporting*), mencionando falhas nas técnicas de cotejamento e confirmação aumentou em 2 por cento. Como o incidente do Airbus A300 em Heathrow sugere, problemas nas comunicações PILOTO/ CONTROLADOR ainda ocorrem, até mesmo em grandes aeroportos com pilotos e controladores altamente experientes.

Não obstante, as pesquisas não sugerem meios de como problemas lingüísticos entre PILOTO/ CONTROLADOR podem ser aliviados. Os componentes de uma mensagem transmitida devem ser relatados tópico a tópico..". Citando um grupo de estudos em particular, e pausas entre mensagens devem ter a duração suficiente de modo que a mensagem possa ser completamente entendida antes que mais informação seja transmitida. Algumas pesquisas sugerem que a técnica de se transmitir as mensagens em 'pedaços pequenos' tornam as informações mais fáceis de serem compreendidas. Por exemplo, um código de transponder (instrumento localizador) com quatro dígitos ("*two seven seven two*") pode ser mais fácil de ser entendido e memorizado do que se fosse apresentado como se fosse dois dígitos ("*twenty-seven seventy-two*").

Tripulantes não devem presumir que um cotejamento rotineiro de uma autorização ou instrução questionável é adequado como confirmação. Eles devem chamar a atenção para suas incertezas ao preceder seu cotejamento utilizando a palavra "*verify*" ou "*confirm*". Outra abordagem poderia envolver intensivos esforços para desenvolver uma consciência intensificada em pilotos e controladores das nuances da língua e da dependência de ambos de suas próprias seguranças e de outras pessoas em sua boa vontade em usar a língua de um modo mais consciente. As Empresas deveriam mais enfaticamente desenvolver treinamento em lingüística para pilotos e controladores e Inglês para a Aviação.

Muito mais precisa ser feito nesta área, especialmente nos Estados Unidos, onde o Inglês é tido como garantia para todos de que a língua é falada corretamente, de modo padrão, em contraste com a Europa ou Ásia, onde a coexistência de múltiplas línguas obriga as pessoas a fazerem uso da lingüística mais seriamente. Como os acidentes de Tenerife e John Wayne revelam, um claro entendimento do processo lingüístico e o mecanismo como uma

decodificação (“*FRASEOLOGIA*”)²⁸² poderá ajudar nas comunicações piloto/controlador a evitar formulações potencialmente problemáticas.

Um outro caminho é o desenvolvimento de ferramentas tecnológicas de comunicações. Entretanto, tais ferramentas serão provavelmente de uso limitado em situações de emergência, a qual requerem uma decisão em fração de segundos por parte do ser humano. A tecnologia pode reduzir o surgimento de um número considerável de situações de emergência.

A solução que mais se aproxima do ideal para pelo menos alguns tipos de problemas discutidos neste artigo seria o desenvolvimento de uma interface de voz inteligente para comunicações na aviação.

Tal dispositivo monitoraria as comunicações e filtraria as potenciais confusões lingüísticas, se necessário, checando com a pessoa que fala para esclarecimento antes da transmissão da mensagem, e monitorando as condições da aeronave, providenciando as necessidades de chamadas automaticamente.

O sistema poderia ser valioso na rede de comunicações como um dispositivo de segurança em tempo real, mas poderia ser também útil como um dispositivo de treinamento, um auxílio no desenvolvimento de uma consciência em ambos, Piloto e Controlador, dos tipos de construções lingüísticas que eles devem evitar, enquanto os condiciona, até certo ponto, a assim fazerem. Poderia também ser útil ao promover nossa compreensão de fenômenos tais como mensagens codificadas, como as pesquisas básicas da lingüística revelam mais claramente os mecanismos e fatores causadores que levam a tais fenômenos.

O desenvolvimento deste sistema demandaria uma extensa pesquisa para resolver as atuais questões lingüísticas ainda em aberto, tais como o problema do reconhecimento da fala, que é: Como extrair o significado de uma mensagem em uma onda acústica? Este problema se torna mais fácil tecnologicamente para palavras individuais, mas ainda se torna de difícil solução para conversações mais longas.

Há também alguns problemas não resolvidos dos pragmatismos lingüísticos, os quais são, a maneira como o contexto pode afetar o significado do que foi dito. Por exemplo, a frase "Eu tenho algum tempo livre" significa uma coisa quando dita durante uma conversa sobre horário de trabalho, mas significaria algo totalmente diferente quando dita após estacionar o carro junto a um parquímetro. As pessoas de uma forma rotineira e sem esforço distinguem tais significados em uma conversação real, mas exatamente como fazem isto, e como o que eles

²⁸² *No meio aeronáutico brasileiro o jargão comunicacional entre indivíduos, principalmente entre piloto-piloto e piloto-controlador é chamado inapropriadamente de FRASEOLOGIA. Mas apesar de errado, é o termo usado na aviação - crivo do autor).*

fazem podem ser implementados a tais ferramentas, só será descoberta como em pesquisa básica de desenvolvimentos lingüísticos. A única certeza é que um sistema inteligente de voz é uma meta a longo prazo. Enquanto isto, e em paralelo a esta pesquisa, pode ser mais útil que se desenvolvessem sistemas mais limitados, no qual uma interface visual seja usada no processamento mais restrito de uma linguagem como o Inglês.

7.5 A realidade do cenário da aviação e a incompatibilidade entre as supostas potencialidades do avião e o ambiente de operações interno e externo à aeronave. Um importante desafio a ser resolvido

Vê-se citações de pilotos nos registros da base de dados da American Safety Foundation que traduzem estes diálogos:

- "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 88 apresenta este tipo de display.



Figura 88- Display em avião automatizado que apresenta o mapa de movimento da aeronave
Fonte: Foto cedida pelo piloto Alexandre Rizzo (2005)

A Federal Aviation Administration 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 vôo 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 não²⁸³. No geral, os problemas recaem em uma de três classificações:

Afastamentos que são difíceis de manter para qualquer aeronave, mas é particularmente difícil para aviões altamente automatizados, como:

- Trajetos de vôo perto do limite da potencialidade de desempenho do avião
- Descidas "slam dunk", aproximações rápidas e descidas glissadas ;
- Identificar e mudar de pista no último minuto do pouso ou da decolagem
- Ordem de afastamentos atrasados para vias mais abaixo ou mais acima
- Subida ou descida ou para confinamentos (espera em vôo).

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.

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

²⁸³ Por exemplo, na aproximação do aeroporto internacional de San Francisco, não é incomum ser retido em níveis de vôo acima de 7000 pés na "perna do vento" (estágio de posicionamento e direção da aeronave na aproximação para pouso vide figura nn na página nnn) 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.

- 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 vôo

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 procedimentos²⁸⁴.

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 National Transport Safety Board, 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 conseqüências operacionais no desenvolvimento dos projetos dos aviões.

²⁸⁴ 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.

Segundo a Federal Aviation Administration, 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 vôo livre), podem ter um papel importante na resolução de algumas destas incompatibilidades.

7.5.1 Dispositivos de controle- roldanas de ajuste

A falta de uma roda manual de ajuste fino (*trimmer*- vide figura 89) em alguns jatos modernos é uma falha séria de projeto, segundo a Federal Aviation Administration (2002). 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.

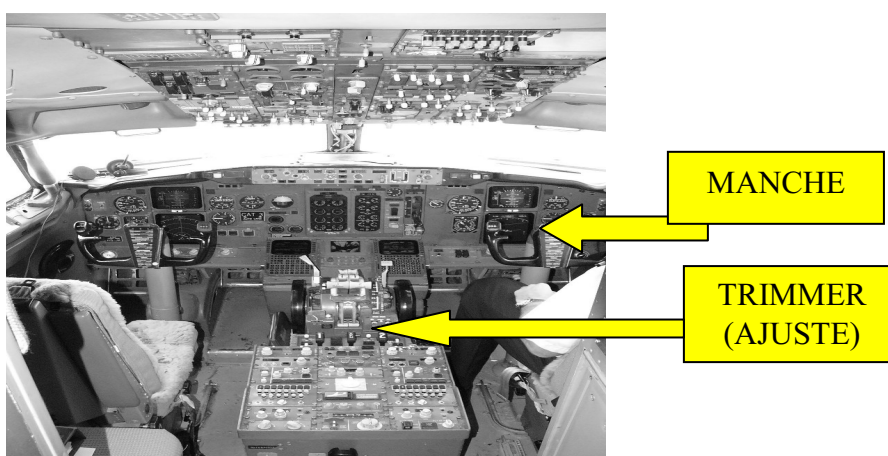


Figura 89- *Trimmer* em formato de roldana do 737 na altura do joelho, fácil de ver e operar.
Fonte: foto disponibilizada por Zeno Warbirds Videos- autorizada (2005)

7.5.2 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 vôo. 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 vôo. 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 vôo, como exemplo o B767, B777, DC9, MD 8x etc, segundo uma equipe de estudos de interfaces em aviões modernos da Federal Aviation Administration (1996). Eliminando a coluna de controle convencional (manche, vide figura 80 pag. 277). 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 90), 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- 90- Sidestick do piloto comandante no Airbus A380 - ao lado esquerdo do assento.
 Fonte: 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 Federal Aviation Administration 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.

A 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 vôo (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 Federal Aviation Administration 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 vôo) 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. A interface de controle também afasta o piloto de suas habilidades básicas do vôo 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 Federal Aviation Administration 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.

A 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 vôo. 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 operar²⁸⁵.

²⁸⁵ *Essencialmente, o A320 apresenta para os pilotos, sete aviões diferentes, dependendo do nível da degradação do computador que está em comando do vôo. A falha de sistemas elétricos e hidráulicos no A320 (que freqüentemente acontecem na aviação), faria este avião “invoável”. Os relatos da Federal Aviation*

7.5.3 O sistema de treinamento não atende às exigências da automação

Segundo citação do Dr. Madeiras De David (1996): "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 Federal Aviation Administration, foi registrado que empresas de aviação relatam que a natureza e a complexidade de plataformas de vôo 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 vôo 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 Federal Aviation Administration, 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 vôo. 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.

Administration 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.

Capítulo 8 – Uma abordagem sobre os riscos, a vulnerabilidade do voo moderno e os acidentes

8.1 O histórico e tipologia dos acidentes aéreos na segunda metade do século XX

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.

8.1.1 Fatores contribuintes para acidentes com aeronaves

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:

- a. Tripulações de bordo (pilotos, engenheiros e comissários),
- b. Controle de tráfego aéreo (pessoal de torres de controle- ATC),
- c. Grupo técnico de manutenção,
- d. Apoio de terra (*catering*, carregamento e descarregamento de carga e suporte a alimentadores de aeronaves em terra (tracionamento por tratores),

- e. Orientadores com sinalizadores manuais,
- f. Engenheiros e desenvolvedores de sistemas computadorizados de bordo.

Pode-se visualizar imagens um acidente com avião ainda em terra nas figuras 91a e 91b. Este tipo de acidente ocorre normalmente por culpa ou por contribuição do grupo de apoio em terra.



Figuras 91 a e 91 b – Acidente com a aeronave BA 146s durante o taxi (deslocamento em terra).
Fonte: 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), 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 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. O antigo Departamento de Aeronáutica Civil no Brasil (Hoje ANAC- Agência Nacional de Aviação Civil)) 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:

- 1) 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.
- 2) 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)
- 3) 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 vôo 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 vôo. 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.

RI (*Runway Incursion*) 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 Centro Nacional de Investigação e Prevenção de Acidentes (2002). Aquele Comitê, 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.

Instrumentos no cockpit podem indicar errado aos pilotos

Indicações erradas em um voo apoiado por instrumento²⁸⁶ causadas por anomalias do sistema *pitot* estático e pode confundir um tripulante desprevenido²⁸⁷. Uma falha da tripulação para responder corretamente a uma informação errada pode resultar em um acidente de avião ou incidente. Com o conhecimento dos sistemas de pitot e estático, uma compreensão dos tipos de erro de indicações de voo por instrumentos que podem ocorrer, e uma avaliação baseada em outros indicadores uma tripulação pode estabelecer comanda corretos e manter o avião em uma condição segura. Vemos na figura 92, o esquema de funcionamento do tubo de pitot.

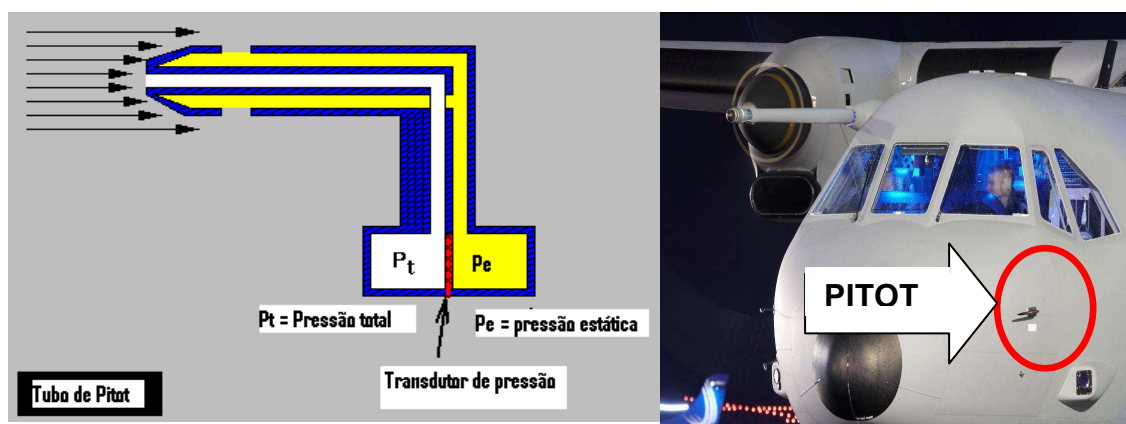


Figura 92- O tubo de pitot. Na aviação serve para indicar a velocidade do avião em relação ao ar.
Fonte: acervo do autor (2006)

A tripulação pode determinar quais os instrumentos são dignos de confiança e desenvolver uma estratégia de recuperação, seguindo uma seqüência básica de procedimentos e pousar o avião em segurança. Um bloqueio total do pitot ou sistemas estáticos são raros. No entanto, muitas anomalias estão associadas a bloqueios parciais, dano ou deterioração de partes do sistema. Anomalias podem resultar quando:

²⁸⁶ Chamado simplesmente de **voo por instrumento**

²⁸⁷ Christoph Présentier, um dos dirigentes do sindicatos de pilotos da Air France (Alta) afirmou que “Houve incidentes entre 2008 e 2009 com características similares às do voo AF 447. Mensagens Acars (Aircraft Communications Addressing and Reporting System, as 24 mensagens automáticas enviadas antes da queda) comprovam a semelhança com as falhas verificadas em outros voos”, argumentou. A eventual pane dos tubos de pitot é uma das pistas centrais apuradas pelo Escritório de Investigação e Análise para a Aviação Civil (BEA). Os peritos do órgão diagnosticaram “incoerência na velocidade aferida” - um erro causado por falha nas sondas. “A investigação da pane dos tubos de pitot pode constituir um início de explicação sobre a queda do Air France 447”(O Airbus A 330-203 que caiu na rora Rio-Paris em 31 de maio de 2009,)

- A sonda de Pitot ou as tampas da porta estática não foram removidas.
- O Pitot estático ou as mangueiras estão desconectados
- As mangueiras estão vazando.
- Existe água presa na linha que se congela durante o voo.
- As sondas de Pitot estáticas ou as portas estão bloqueadas por cinzas vulcânicas.
- O instrumento está danificado.
- O gelo ocorre nas sondas ou nas portas do pitot estático.
- As sondas de Pitot estático ou as portas estão bloqueadas por insetos.
- As sondas de pitot ou portas estáticas são fisicamente danificadas.
- Os sensores de pressão do ar estão falhando.

Recentes incidentes em voo com instrumentos indicando errado

Controlar aviões modernos geralmente é uma tarefa complexa, mas rotineira na maioria das situações. Nesta era de advertências auditivas, visual e tátil, tripulantes consistentemente são alertados quando os parâmetros especificados como normais são excedidos. Entretanto as tripulações de voo devem reagir adequadamente quando confrontados com a falha de um instrumento, que pode causar uma perda significativa de informação. Infelizmente, alguns acidentes e incidentes ocorreram quando as equipes de bordo tiveram dificuldade com indicações erradas nos instrumentos de voo. Na análise de quatro incidentes, em três, as tripulações foram confrontadas com as incertezas sobre a instrumentação de voo:

- a. Incidente tubo de pitot parcialmente bloqueado. O avião partiu com tubo de pitot parcialmente obstruído por insetos²⁸⁸.
- b. Um incidente- Um avião decolou com as sondas de pitot esquerda e direita com atividade de insetos.
- c. Incidente - Um avião partiu sem as tampas de dreno estático que tinham sido removidas durante uma manutenção.

²⁸⁸ *Pessoalmente, já vivenciei este problema com a obstrução de insetos que elegeram a sonda de pitot de meu avião particular como morada e perdi um instrumento de um avião relativamente novo (nota do autor).*

Sendo um problema comum na aviação, o tubo de pitot em muitos aeroportos e em muitas empresas de aviação e em aviação particular, usa-se cobrir a sonda com um protetor (vide figura 93) e que deve ser retirado antes do voo.



Figura 93- A sonda do tubo de pitot com um protetor. Nota-se a tira vermelha que alerta a sua presença e que deve ser retirada nos procedimentos de preparação para um voo.

Fonte: acervo do autor (2004)

Tem ocorrido acidentes evitáveis relacionadas com a informação errada de voo indicadas em instrumentos. Estes acidentes provavelmente aconteceram apesar da confiabilidade da qualidade do sistema, da redundância²⁸⁹, e dos avanços tecnológicos que melhoraram as capacidades dos aviões se comparado com as gerações anteriores. Além disso, os instrumentos de voo em aviões novos indicam mais informações para as tripulações durante o voo e com mais precisão. No entanto, paradoxalmente o fato de tripulações raramente serem confrontadas com informações erradas de voo por instrumentos, contribui para estes acidentes devido à própria confiança que tudo está correto. Para superar os problemas potenciais associados com falhas frequentes e com o aumento da complexidade do sistema, as tripulações de voo devem seguir as técnicas de pilotagem previstas nas orientações contidas nos manuais de operação, quando enfrentarem uma anomalia de dados em voo. Técnicas de recuperação e outros procedimentos também estão disponíveis para as tripulações de voo a considerar quando confrontados com informações erradas de voo por instrumentos.

²⁸⁹ A maior parte dos instrumentos principais de controle de voo são duplicados (redundantes).

Choque com pássaros

Apesar de aves, mamíferos e aviões parecerem que pacificamente partilham o espaço em torno dos aeroportos, a sua co-existência é carregada de risco extremo. No caso de uma colisão com uma aeronave, um único animal tem o potencial de causar danos severos, levando em alguns casos, a perda da aeronave, sua tripulação e passageiros. Se alguém fosse para avaliar o risco grave associado com a vida selvagem com base apenas no registro de acidentes de aviões de transporte a jato, no mundo ocidental, seria fácil concluir que os problemas são insignificantes. E ainda o exame do aproximar das estatísticas disponíveis por profissionais da indústria que estão intimamente envolvidos na gestão da vida selvagem oferece perigo de uma avaliação sóbria da fauna atual risco. O conjunto de imagem abaixo representado pelas figuras 94a e b mostram a presença e o efeito de choque com pássaros.

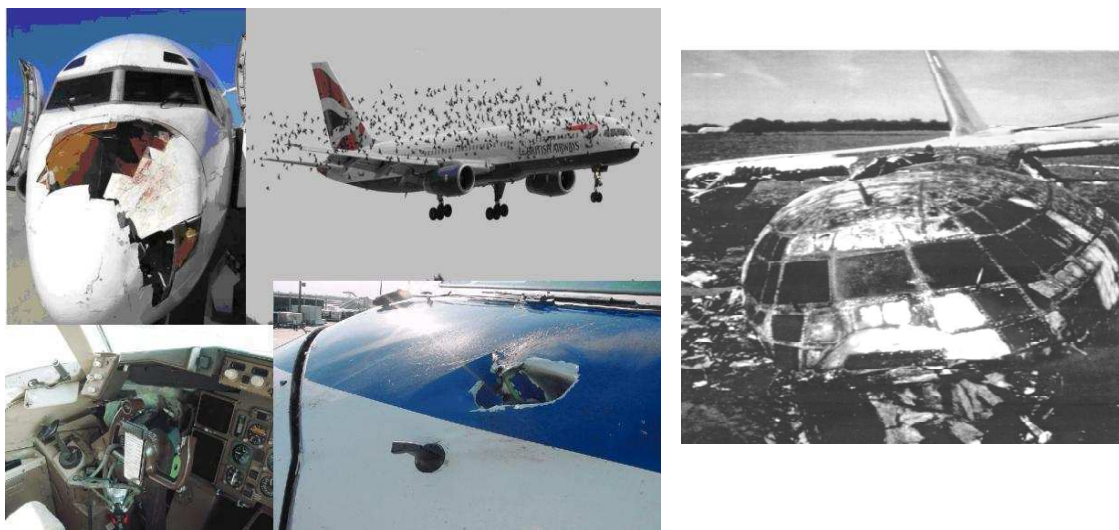


Figura 94a e 94b - A presença e choque com pássaros e os estragos sérios.-Trinta e quatro motos na colisão com pássaros deste C-130H militar em Eindhoven Holanda 15 de julho, 1996.

Fonte: Smart cockpit safety (2005)

Profissionais da indústria da aviação estão conscientes que o público não tem tolerância para acidentes envolvendo grandes aviões de transporte a jato. Apesar do recorde da indústria de segurança impressionar a fatalidade e a razão de lesões e a densidade de fatalidade associada aos acidentes de aviação continuam a captar a atenção generalizada. O clamor público, foco da mídia, a indignação das famílias dos acidentados e litígios em curso que ocorrerão, inevitavelmente, a partir de um acidente com um avião a jato de transporte no

mundo ocidental, motiva muitos gestores a fazerem o que for necessário para evitar a experiência.

Desde 1912²⁹⁰, os dados disponíveis revelam que mais de 223 pessoas foram mortas em todo o mundo em pelo menos 37 colisões de aves com aeronaves civis. Além disso, um mínimo de 63 aviões civis foram perdidos na sequência de colisões com, aves. Na aviação militar, o número de acidentes com colisões documentada desde 1950 é superior a 353, incluindo um mínimo de 165 mortes. Os especialistas estão convencidos de que estatísticas de colisões com aves são vastamente sub-notificados, e que o número real de acidentes e de mortes é muito mais elevado. (Federal Aviation Administration, 2005). Há muitas razões para essa sub-notificação:

- Não há padrões consistentes em todo o mundo.
- Relatórios de pequenos choques de aeronaves com a Vida Selvagem não são obrigatórios.
- Alguns países relutam em publicar tais estatísticas, com a preocupação de responsabilidade e percepção pública negativa da segurança de voo.
- Em algumas partes do mundo, a informação sobre os acidentes que envolvem choques com aves são perdidos por uma variedade de razões, incluindo um nível de atenção dos media mais baixa do que estamos acostumados no mundo ocidental.

O destaque da natureza não confiável de dados associados com acidentes de choque com aves, por exemplo, em Abril de 2000 uma queda de Antanov. AN-8 que colidiu com pássaros na decolagem em Pepa, no Congo. Poucos detalhes deste acidente estão disponíveis, apesar da morte de 21 pessoas. Em algumas regiões do mundo, nem os recursos nem a capacidade técnica existe para permitir as investigações adequadas.

²⁹⁰ *O primeiro acidente mortal registado humanos resultantes de uma colisão com aves ocorreu em 1912. militar coronel Rogers, o primeiro homem a voar nos Estados Unidos, caiu no mar depois de uma gaiivota ficou congestionada nos controles de voo de seu avião. Desde então, as greves de aves tornaram-se um problema cada vez mais grave, tanto a aviação civil e militar, com muitos milhares de colisões que ocorrem a cada ano.*

O acidente aguardando para acontecer

A colisão com pássaros é um problema global. Embora os tipos de aeronaves e de espécies de aves envolvidas em incidentes de greve variam de região para região, a população de algumas espécies de aves e do número de aviões a partilha dos céus aumenta todos os dias em todos os cantos do globo.

Enquanto as aves podem ser golpeadas no ar ou no chão, como um avião decola, quase todas as colisões com os mamíferos ocorrem no solo, com exceção daqueles com morcegos. O número de colisões entre aeronaves e os mamíferos não é tão grande quanto o número de choques com aves, mas dado o peso e tamanho relativamente maior dos mamíferos, os danos resultantes de uma colisão com um mamífero podem ter consequência grave. A figura 95 abaixo mostra aves na cabeceira da pista. Este cenário pode ser metaforizado como uma bomba de retardo.



Figura 95 - Aves na cabeceira da pista.
Fonte: Foto do autor (2001)

O Vôo seguro enfrenta um um problema que veio para ficar

O risco de que uma colisão com múltiplas aves rá resultar na queda de um avião de grande porte, embora estatisticamente baixo, está lentamente aumentando e não pode ser colocado em baixa prioridade. A perda de vidas seria catastrófica. Perdas econômicas e humanas já são avaliadas. Embora seja difícil estimar com precisão, o custo total da colisão com a vida selvagem, de acordo com as melhores estimativas disponíveis, provável envolve muitos milhões de reais por ano para a aviação civil brasileira e muitos milhões dólares, pesos e

outras moedas para o resto do mundo. O “ataque” de pássaros continuará a ser uma questão de segurança, por muitas razões:

- O número de aeronaves e de movimentos aéreos estão aumentando em todo o mundo
- As populações de algumas espécies de aves de alto risco para a aviação estão aumentando.
- As populações de algumas espécies de mamíferos está em ascensão.
- A invasão urbana força as aves usar o ambiente de aeroporto que supostamente é seguro e amplo como rota de chegada e caminhos de saída
- Os procedimentos de gestão dos aeroportos são improváveis que tenham sucesso para estar completamente livre de aves e mamíferos.
- A detecção de aves no ar a tempo de evitar uma colisão muitas vezes não é viável.

Custos de perdas e fatalidades

Apesar dos aviões militares terem a mesma sorte não se conhece recentes acidentes envolvendo perda total da aeronaves grandes de passageiros civis causadas por ataques dos animais selvagens. Numerosos riscos, no entanto, causam preocupação de que uma ave cause um catastrófico acidente e que poderá acontecer no futuro próximo. Os custos associados a tal acidente seria astronômico. O custo das aeronaves novas está em constante aumento. Em 1996, havia mais de 1.000 aeronaves em operação avaliadas em mais de 100 milhões de dólares²⁹¹ cada uma, em média. Um novo Boeing 747-400 é avaliado em mais de 250 milhões

²⁹¹ *Estes valores deste sub-capítulo estão descritos em dólares americanos porque todos os cálculos internacionais de indenização e custos materiais nesta área de seguros é calculada nesta moeda. Atualmente o seguro obrigatório aceito pela aeronáutica é de R\$ 14.223,64 por passageiro, ou USD\$ 7.111,82 (com o câmbio de R\$ 2,00 / USD\$ 1,00, ou seja, muito abaixo daquele valor pretendido pelo legislador em 1986. Cálculos realizados por um perito judicial contratado pela Correcta apontam que o valor da indenização do seguro obrigatório de aeronaves deveria ser de no mínimo R\$ 34.721,57, se considerasse apenas os índices oficiais de inflação brasileiros, porém este ainda ficaria muito abaixo do legislado em 1986. O Código Brasileiro de Aeronáutica, Lei 7.565 de 19 de dez. de 1986. Em seu Título VIII, da responsabilidade se civil, onde na seção III e artigo 257º que define os danos por morte ou lesão de passageiro e se limita a 3.500 OTN's. O valor da OTN no dia 19 de dez. era de Cz\$ 106,40 (cruzados), o dólar comercial na mesma data equivalia a Cz\$ 14,607, ou seja, 1 OTN representava USD\$ 7,28, assim, podemos aproximar o valor do limite*

de dólares. Os pagamentos de seguros por passageiro falecido, em recentes abordagem, estima em 2,5 milhões de dólares. Estes montantes não são susceptíveis de declínio. Aplicando estes valores, o custo de um acidente com um pássaro resultando na perda de um B747 ou novas aeronaves de grande porte semelhante e transportando 300-400 passageiros poderiam facilmente exceder um bilhão de dólares. Estes custos estão diretamente relacionados com um acidente e as responsabilidades resultantes legais. Como observado anteriormente, os custos indiretos e auxiliares também podem ser significativos. Mesmo um acidente fatal envolvendo modelo antigo avião de passageiros como um Boeing 737-200 ou um DC-9 poderia facilmente incorrer em custos aproximados de cem milhões de dólares.

O custo total anual dos encontros com aves e mamíferos

Neste momento, não é possível determinar com precisão o custo anual em qualquer jurisdição dos choques de aves e mamíferos para a indústria da aviação. Os dados necessários não estão disponíveis ou não foram calculados. Várias tentativas foram feitas para determinar os custos em várias jurisdições, mas a cada tentativa aparecem mais falhas devido à falta de dados críticos²⁹². No Brasil, o regulamento obrigatório que trata este assunto é chamado de R.E.T.A. (Responsabilidade Civil de Explorador ou Transportador Aéreo). A obrigatoriedade do seguro foi instituída na lei 7565, de 19 de dezembro de 1986 e inserido no Código Brasileiro de Aeronáutica - A maioria das informações de custos disponíveis sobre danos refere-se à companhia aérea e aeronaves exploradas comercialmente. Há pouca informação sobre os custos de danos para helicópteros e ainda menos sobre os custos dos danos para as aeronaves que compreendem cerca de 339.000 registradas no mundo particular de aeronaves. Estimativas disponíveis sobre os custos dos danos anuais de ataques dos animais selvagens também são dramaticamente distorcidos para o casco²⁹³ acidentes graves prejuízos, o que

que previa a lei 7.565/86 e, portanto, qual era a intenção do legislador àquela época. Para morte ou lesão de passageiros, a indenização era equivalente a USD\$ 25.506,85, contudo, descontando a inflação média dos EUA nesse período.

de 21 anos, de 2,8% aa (conforme artigo do FED – o Banco Central americano) atualizando o poder de compra teríamos uma indenização de USD\$ 45,552,50, o equivalente a aproximadamente R\$ 90 mil.

²⁹² *A história dos acidentes reforçam estas afirmações. O julgamento interminável para cálculo e pagamento de indenizações acaba quase sempre migrando para tribunais internacionais onde cálculos diferentes e mais interessantes a uma das partes ocorre. Apesar de existir efetivamente na legislação, valores indenizáveis, estes valores são na maioria dos embates jurídicos, contestados e reavaliados para mais e raramente, para menos (opinião do autor)*

²⁹³ *Casco na linguagem de seguradoras refere-se ao bem material objeto da apólice. Cobertura de Casco ou Célula: O seguro de casco trata da aeronave, motores, célula, aviônicos, ou seja, aparelhos localizados no interior da cabine do avião entre outros, este tipo de seguro garante cobertura contra acidentes, quaisquer que sejam as causas e atos danosos praticados por terceiros, exceto o conseqüente dos riscos excluídos*

pode danificar muito inflar estatísticas de custo para um determinado ano. Devidamente documentados dados multi-ano é necessário que a indústria espera para determinar a verdade dos custos médios de longo prazo.

Apesar das limitações, os dados disponíveis ainda fornecem provas suficientes de que os custos de colisões com animais selvagens são uma parcela significativa dos custos anuais operacionais das aeronaves de uma companhia. Relatos fornecidos por executivos de uma companhia aérea norte-americana indicam que o custo associado com colisão com aves para a sua frota era um fator causal contribuinte de seu fracasso.

Robinson (1996) relatou que os dados mais recentes fornecidos pelos executivos da companhia indicam que 40 por cento dos custos anuais da United Airlines foram incorridos como resultado de ataques de pássaros e que uma companhia aérea do Reino Unido estima que as aves representaram cerca de 20 por cento dos custos operacionais

Se estimássemos que 30 por cento em toda a indústria como um todo, então o custo total seria de entre 64 milhões e 107 milhões de dólares, com base na estimativa de custos da indústria da aviação norte americana de aproximadamente 320 milhões de dólares por ano.

Novamente, estes são apenas custos diretos. Especialistas em gestão acreditam que se todos os outros custos associados a danos oriundos de contatos com animais selvagens estão incluídos, então uma estimativa conservadora do custo anual para a indústria da aviação norte-americana excederia a 500 milhões de dólares americanos. A figura 96 mostra a previsão da evolução destes índices em todo mundo (1998-2018).

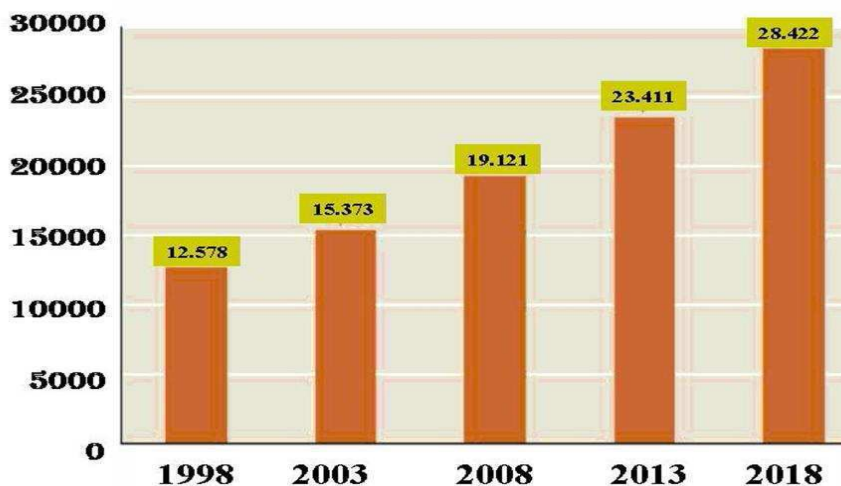


Figura 96 – A evolução do índice de acidentes de aeronaves com a vida selvagem em todo mundo.
 Fonte: - Civil Aviation Administration (2009)

Responsabilidade jurídica

No passado, as colisões com aves foram muitas vezes consideradas como atos de Deus. Como resultado, em acidentes que envolvesse ataques de aves, ninguém poderia ser responsabilizado. Graças ao trabalho de muitos profissionais de ciências naturais, a idéia de que os animais selvagens não podem ser gerenciados está gradualmente sendo reconhecido como um mito. Os padrões de comportamento de algumas espécies de aves e mamíferos adjacentes aos aeroportos são razoavelmente previsíveis.

Esses padrões podem ser freqüentemente alterados através de intervenções adequadas de gestão com base nos resultados dos estudos da vida selvagem global. Ao diminuir a introdução de medidas para reduzir o número de aves e mamíferos que põem em risco a aviação nas proximidades dos aeroportos, as organizações e os indivíduos responsáveis expõem-se à responsabilidade potencial.

8.1.2 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:

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 97 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.



Figura 97- O controle de muitos aviões modernos só é possível com o apoio de computadores.
Fonte: Cedida pelo Coronel aviador Milton Mallet (2008)

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 vôo 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 vôo,
- Tarefas que agora são compartilhadas com os sistemas automáticos para determinadas fases do vôo tipo pouso e decolagem como controle dos dispositivos que são usados apenas nestas fases do vôo 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.

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 98 mostra este novo avião, sendo o estado da arte na aviação totalmente apoiado e automação e integrado por fibras óticas.



Figura 98- Um avião como o Airbus A-320 requer apoio externo para roteiros, principalmente em mau tempo.
Fonte: acervo do autor 2006)

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. 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.

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 99a e b apresentam situações de acidentes em potencial em que quase todas as aeronaves passam eventualmente em suas atividades em vôo.

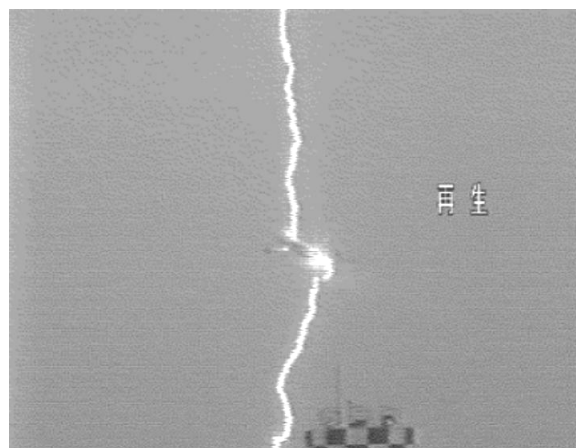


Figura 99a- Pouso sem visibilidade e Figura 99b– Raio passando por avião em vôo- Fatores potenciais condicionantes de acidentes.

Fonte: American Aviation, USA, autorizadas (2008)

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 100 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.



Figura 100- O piloto de caça e as vestimentas especiais.
Fonte : Foto cedida por Milton Mallet (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.

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 NATIONAL TRANSPORT SAFETY BOARD (1994 e 2001), a FAA (Federal Aviation Administration) (1995, 1996), e o Centro Nacional de Investigação e Prevenção de Acidentes (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 da capacitação adequada destes profissionais. 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 (National Transport Safety Board, 1994), Centro Nacional de Investigação e Prevenção de Acidentes, 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. 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). 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 Centro Nacional de Investigação e Prevenção de Acidentes - Brasil CENIPA, 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 vôo, destes países (Controle de tráfego aéreo, suporte para vôo 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 Federal Aviation Administration - Estados Unidos (FAA), 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.

A LEGISLAÇÃO APLICÁVEL

As coberturas previstas e ao contratar o Seguro Aeronáutico o indivíduo sempre terão as coberturas para a aeronave nas formas seguintes:

Coberturas Para os Seguintes Segmentos: - Aviação Comercial (Jatos e/ou Turbo - Hélices); - Aviação Executiva (Jatos Executivos - Pequeno, Médio e Grande Porte); - Aviação Geral (Leves Monomotores e Bimotores Pistonados);- Aviação Agrícola (Aeronaves Homologadas);- Asas Rotativas (Helicópteros – Todos);- Ultraleves – (Modelos Avançados);- Treinamento e Experimentais

Disponível Para as Seguintes Operações:

- Linhas Aéreas Nacionais e Internacionais;- Linhas Aéreas Regionais (Somente Território Brasileiro); Táxi Aéreo;- Transporte Aéreo Executivo;- Linhas Charter (Fretamento);- Operadoras de Helicópteros e Jatos Executivos; Operadoras Off Shore (Extração e Prospecção);- Operadoras de Serviços Aéreos Especializados;- Fabricantes de Aeronaves;- Operações Aeroportuárias;- Reparos e/ou Hangares de Manutenção

Garantias:

Seguro R.E.T.A: É o seguro obrigatório que também é conhecido como R.E.T.A. - Responsabilidade Civil de Explorador ou Transportador Aéreo segundo a lei 7565, de 19 de dezembro de 1986 do Código Brasileiro de Aeronáutica - Toda aeronave, independentemente de sua operação ou utilização, deve possuir cobertura deste seguro, porém, não obstante, toda celeuma a respeito da desatualização do seguro obrigatório, a responsabilidade civil do operador de vôos domésticos, no Brasil, está muito além do seguro R.E.T.A. Ou seja, a indenização praticada no país não se limita, como pretende o Código Brasileiro de Aeronáutica, ao seguro obrigatório. Por isso é necessário e muito comum a contratação do seguro de responsabilidade civil a 2º risco do R.E.T.A.²⁹⁴

Principais Coberturas:

- Passageiros e Tripulantes (Classes I e II): Para riscos de morte, invalidez permanente (parcial ou total), incapacidade temporária, assistência médica suplementar: Limite por pessoa, até R\$ 14.223,64. Para perda, dano ou avaria à bagagens: Limite por pessoa até R\$ 609,59. Na cobertura aos passageiros e tripulantes ainda pode-se incluir ou não bagagem.

²⁹⁴ *As transportadoras de linhas aéreas ou táxis aéreos são obrigadas a contratar todas as coberturas 1,2,3 e 4. Já os aviões particulares, que não tem a característica de transporte de passageiros, como os agrícolas pilotados pelo próprio dono, são obrigados a fazer somente as coberturas 3 e 4, embora comumente sejam contratadas todas as coberturas.*

- Pessoas e Bens no solo (Classe III): Para os riscos de morte, invalidez permanente (parcial ou total), incapacidade temporária, assistência médica, despesas suplementares e danos materiais. Limite: para todos os terceiros envolvidos o limite é de R\$ 47.062,84 para aeronaves até 1.000 kg, mais R\$ 0,41 por quilograma e peso máximo de decolagem que a aeronave possua em excesso aos 1000 Kg.

- Colisão e abalroamento (Classe IV): Para riscos de morte, invalidez permanente (parcial ou total), incapacidade temporária, assistência médica, despesas suplementares de passageiros e tripulantes da aeronave abalroada. Limite: para todos os terceiros envolvidos o limite é de R\$ 47.062,84 para aeronaves até 1.000 kg, mais R\$ 0,41 por quilograma de peso máximo de decolagem que a aeronave possua em excesso aos 1000 Kg.

Cobertura de Casco ou Célula: O seguro de casco trata da aeronave, motores, célula, aviônicos, ou seja, aparelhos localizados no interior da cabine do avião entre outros, este tipo de seguro garante cobertura contra acidentes, quaisquer que sejam as causas e atos danosos praticados por terceiros, exceto o conseqüente dos riscos excluídos previstos na apólice. São indenizáveis até o limite máximo da importância segurada.

Cobertura de Guerra: Esta cobertura abrange casco e terceiros em situações como: Guerra, invasão, atos hostis, guerra civil, rebeliões, greves, comoções civis, confisco, sabotagem, terrorismo, seqüestro, etc. Sendo necessária a contratação à parte através das cláusulas AVN 51 (casco) e AVN 52C (Resp. Civil). O Seguro de Guerra constitui-se em duas cláusulas: - Guerra para casco, cobrirá o equipamento em si; - Guerra para terceiros. cobrirá os sinistros ocorridos com as pessoas que se encontrarem no interior da aeronave e com aquelas que estiverem no solo.

Coberturas Adicionais: Confisco no país de registro. **Cláusulas Especiais:**

"Aviation Market" - Esta cláusula não cobre confisco e nem terrorismo. Sua cobertura abrange apenas atos hostis, seqüestros e sabotagem.

"War Market" - Possui uma cobertura mais extensa, porém, não cobre guerra com países p/ a aeronave, os seguintes prejuízos:- Danos materiais causados à aeronave em decorrência de um risco coberto; - Despesas de socorro e salvamento da aeronave sinistrada, quando necessárias e evidentemente comprovadas.

Coberturas Adicionais: - Aeronaves no solo;- Extensão de perímetro;- Busca e salvamento;- Perda do uso (ocorre quando há perda material. Paga o prejuízo ocasionado pelas aeronaves paradas);- Espuma na pista. determinados (EUA, Inglaterra, China, França e Rússia) e nem confisco.

Responsabilidade Civil – Terceiros (2º Risco): Esta garantia trata dos passageiros, carga, tripulação, pessoas e bens no solo. Protege o operador de sua responsabilidade civil, referente aos danos pessoais causados aos passageiros, excluindo estresse emocional ou angústia mental desacompanhados de danos físicos. Garante as indenizações, até o limite segurado, dos danos causados à pessoas e bens localizados fora do avião e terceiros que não sejam passageiros, como resultado da operação da aeronave. Cobre também despesas com remoção, armazenamento e proteção dos remanescentes, desde que razoavelmente justificáveis e devidamente comprovadas, bem como por honorários pagos a peritos, desde que tenha havido o prévio consentimento da seguradora.

Coberturas Adicionais: - Danos ocorridos no check-in antes do embarque ou após o desembarque;

- Atrasos (normalmente oferecidos às linhas regulares);- Danos à bagagem;- Queda de bagagem sobre os passageiros; - Pneumonia causada pela qualidade do ar no avião (caso da Transbrasil x Dias - 1998);

- Ataque cardíaco, trombose, problemas auditivos etc;- Pulverização de produtos químicos;- Barulho e poluição (só é aceita no exterior);- Carga - All Risks;- Carga em trânsito.

8.2 Os modelos clássicos de análise de acidentes aéreos– a imputabilidade dos pilotos

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.

8.2.1 A culpabilidade de acidentes com aeronaves sob a ótica

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.

8.2.2 Os modelos tradicionais de análise de acidentes

Uma definição reducionista das causas dos acidentes aeronáuticos esbarra no questionamento dos indícios de erros que conduzem a acidentes e incidentes com aviões. Determinados pelos padrões internacionais de análise dos acidentes aéreos dos órgãos encarregados de segurança encarregados de prevenção e investigação de acidentes como o CENIPA (Central de prevenção e investigação de acidentes do Ministério da Defesa). Estes padrões buscam os condicionantes que podem ter conduzido ou contribuído para estes acidentes e podem ser 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. National Transportation Security Board - Estados Unidos.
6. AVIATION SAFETY FOUNDATION -Estados Unidos
7. FAA (Federation Aviation Administration)- Estados Unidos

Todas as publicações e escolas de prevenção de acidentes aeronáuticos dizem que um acidente acontece devido a uma sucessão de erros.

Causalidades de acidentes

De acordo com a Centro Nacional De Investigação E Prevenção De Acidentes (Brasil) e com os órgãos norte americanos American Safety e National Transport Safety Board - Estados Unidos, existem 12 grupos de causas de acidentes:

Controle de tráfego aéreo e problemas de navegação- Erro de uso de instrumentos ou não compreensão de instruções

Acidentes com carga- Centro de gravidade errado, sobrecarga, porta do compartimento

Colisões– No chão entre aeronaves, com objetos e com pássaros

Fatores externos- Danos por condicionantes externos imprevisíveis, tesoura de vento (vento descendente forte e quase imprevisível).raio

Tripulação de bordo– Drogas, álcool, condição mental desfavorável, não seguimento de regulamentos, cansaço/ sono/ fadiga

Fogo– No hangar/no solo, no ar, no interior da aeronave

Pouso/decolagem– Excesso, falta de velocidade, comandos travados, configuração errada de programação , condições de prumo ruins.

Manutenção- Falha de diretivas, instalação errada de componentes

Resultado- Pouso de emergência, perda de controle

Segurança– Sabotagem, seqüestro, insanidade a bordo

Condições metereológicas desfavoráveis- Vento, gelo, chuva, má visibilidade

Desconhecido- Causas indeterminadas.

8.2.3 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 101 . A este fato, ele denomina falha latente.

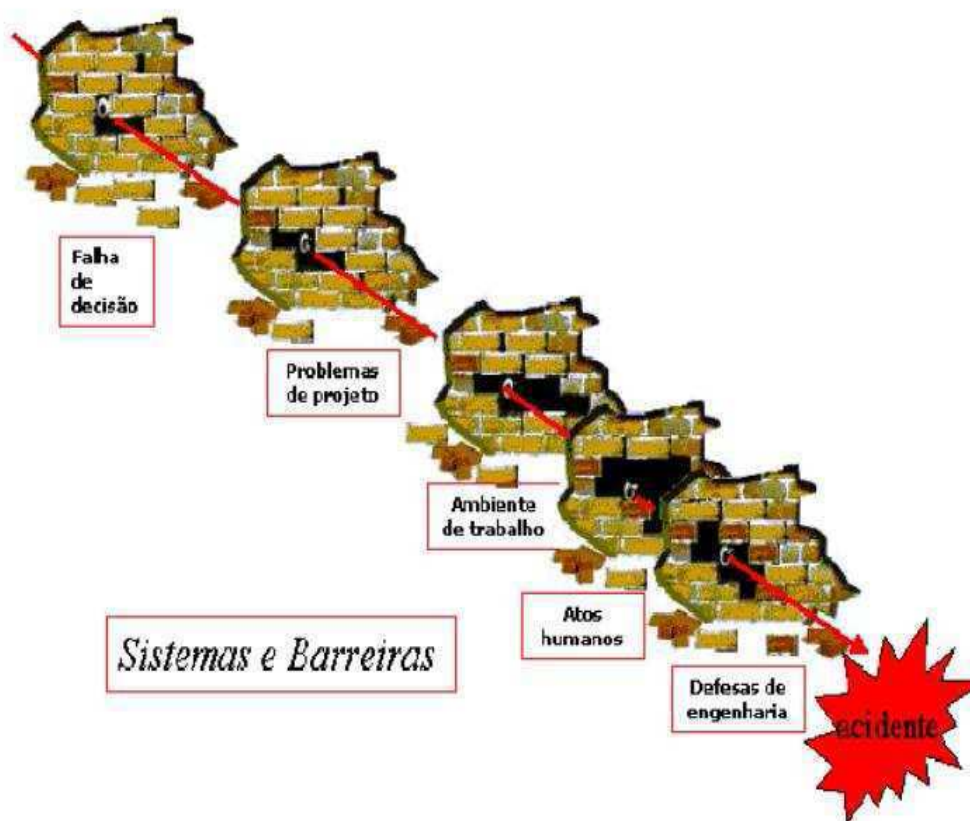


Figura 101- A configuração de um acidente sob conjunção de fatores.
 Fonte: Figura Baseada no “Swiss Cheese model” de Reason (1990).

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

8.2.4 Os modelos clássicos de análise de acidentes aéreos– a imputabilidade

A totalidade dos registros oficiais de acidentes com aeronaves feitas por órgãos de prevenção e investigação como a FAA (Federal Aviation Administration- Estados Unidos da América, 2004) e o CENIPA (Centro Nacional de Investigação e Prevenção de Acidentes, Brasil, 2005) 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 com cerca de duzentas pessoas a bordo. Esta máquina complexa depende das perfeitas condições de funcionamento. Mas o ser humano é falível, estes equipamentos apresentam defeitos e a história da aviação mostra que ainda continuarão apresentando problemas.

O humano aprendeu a corrigir seus defeitos com a observação, o estudo e a experiência. 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 são remetidas às falhas de projeto, aos erros de manutenção, à falta de capacitação que freqüentemente lhe foi negada, a turnos de trabalho mal planejados onde negligencia-se o seu ciclo circadiano, a suas próprias falhas, à má comunicação das torres de controle, às informações erradas ou desatualizadas de cartas de navegação, aos erros de outros pilotos, além de outros condicionantes. Este trabalho partida obteve resultados para nossa monografia para obtenção do grau de Mestre na UFPE que se fundamenta no estudo reflexivo realizado através da releitura de um grande número de acidentes aeronáuticos. Não foram contestados os diagnósticos apresentados pelos registros oficiais.

O objetivo pretendido pela pesquisa significava tratar estes informativos sob outra ótica, prospectando as origens dos componentes que contribuíram com os acidentes. Para isto, foi construído um cruzamento dos condicionantes dos acidentes correlacionando e buscando indícios de origens cognitivas, psicosociais e aeromédicas e outros fatores ergonômicos que podem ter contribuído com estas causalidades. As análises foram realizadas por um sistema específico, que foi especialmente desenvolvido para gestão de um banco de dados de acidentes aeronáuticos com informações extraídas dos registros oficiais disponibilizados pelos órgãos nacionais e internacionais de controle e prevenção de acidentes. Estas análises permitiram o tratamento de um grande número de variáveis, apontando para a possibilidade da participação de uma representativa contribuição de erros de origem cognitiva em cerca de 42% dos acidentes tratados por este banco de informações.

O papel do humano como fator causal

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 relacionados à cognição (SIMÕES, 1992).

David B.Thurston, em seu “Design for Safety” (1988) e Shappel et al. nos relatórios científicos sobre psicologia na aviação FY02 e FY03 (2004 e 2005), estudando as estatísticas, revisando-as e demonstrando que muitos acidentes já ocorridos poderiam ter sidos evitados, se alguns cuidados com treinamento e observação permanente de problemas psicosociais básicos tivessem sido realizados. Os outros componentes como meio ambiente, aeronave e outras pessoas (torre de controle , pessoal de serviço de terra, manutenção) também são

fatores contributivos. Estes componentes têm contribuições muito menores que os apresentados como erro do piloto.

Os indícios de falhas de origem cognitiva 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 nos gráficos das figuras um a três. Vê-se na figura 101, um posto de trabalho que traz muitas exigências físicas, cognitivas e emocionais a um humano: o cockpit do Boeing B-52.



Figura 102- A complexa interface de controle do Boeing B-52 e seus 8 motores.
Fonte : Disponibilizada por Maryland Aviation Museum autorizada (2005)

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.

Os aspectos cognitivos e os erros humanos na atividade do piloto

A construção dos acidentes na aviação, a modelagem, as origens dos acidentes, a compreensão, e o comportamento do piloto e sua reação em situações de risco tem sido permanentes focos de estudos no campo de prevenção e compreensão dos acidentes com aeronaves.

Palma (2002) em sua tese ressalta a intensa disputa pelo mercado de modernas aeronaves disputada entre as grandes indústrias do setor, como as americanas Boeing e McDonnell Douglas e o complexo europeu Airbus. As disputas comerciais internacionais envolvem os Estados, que ajudam sob a forma de subsídios. Chomsky (2001) apud Palma (2002) ressalta que “a indústria aérea contemporânea não pode existir satisfatoriamente numa economia de livre-empresa pura, competitiva, sem subsídios”, e que o governo é seu único salvador possível’.

Ivan Sant’Anna (2000) ao se dedicar a história do acidente com o voo RG-820, entre Rio e Paris (Orly), num Boeing 707, descreve que o laudo final assinado pelo chefe de Inspeção Geral da Aviação Civil Francesa, pelo chefe dos Órgãos de Controle de Voo, por três peritos em desastres aéreos, por um perito médico e por um comandante da Air France demonstrou que houve incêndio, cuja origem se deu, provavelmente, a partir de um cigarro jogado na lixeira do toalete traseiro central. Este relatório, no entanto, ao ser traduzido para o português sob a responsabilidade do Ministério da Aeronáutica, foi alterado substancialmente. Trechos importantes foram retirados e acrescentados outros inexistentes. Embora, a versão em francês não tenha sido contestado por instituições americanas interessadas, como a Boeing, a Federal Aviation Administration (órgão controlador da aviação dos Estados Unidos) e o National Transport Safety Board (órgão que investiga acidentes aéreos nos Estados Unidos), esta nova versão (em português) amenizava a responsabilidade da VARIG. Não à toa, que várias indenizações foram pagas em valores bastante inferiores.

Prossegue o autor citando que Alice Itani (1998) lembra que as incertezas do sistema manifestam-se, entre outras formas, em decorrência da transcendência da tecnicidade sobre a moral pública. É possível, da pior forma, constatar que existe uma considerável vulnerabilidade de toda indústria aeronáutica que destaca-se pelos avançados sistemas de informatização. Apesar nas inovações tecnológicas, um acidente aéreo expõe a fragilidade da sociedade tecnológica industrial. E neste cenário, é imputado ao ser humano a culpa pelos acidentes e incidentes.

Podemos constatar como exemplo, o acidente aéreo do RG-254 que ocorreu em 3 de setembro de 1989 com uma aeronave Boeing 737-200, da VARIG. O comandante do voo era César Augusto Padula Garcez. Neste voo, de Marabá para Belém, a tripulação técnica tomou um rumo errado e perdeu-se sobre a selva Amazônica. Após algum tempo os pilotos perceberam o equívoco e tentaram encontrar algum aeroporto para aterrissar. Como não havia um radar que indicasse a posição da aeronave no espaço aéreo, isto não ocorreu e, por falta de combustível caiu na selva. O caso ficou bastante conhecido e no meio da aviação é

comum quem cite o fato como o “acidente do comandante Garcez”. Sant’Anna (2000) descreve que neste acidente, o plano de vôo apresentava como o rumo 027⁰ (vinte e sete graus) a numeração 0270, sendo este último zero a referência ao grau. Os pilotos leram como sendo 270⁰ (duzentos e setenta graus) . Vinte e dois comandantes internacionais foram testados em Amsterdã, pela Federação Internacional de Pilotos de Linhas Aéreas, e quinze cometeram o mesmo erro (SANT’ANNA, 2000). As causas deste acidente podem ser atribuídas à:

- a) imperícia dos pilotos;
- b) insegurança da aeronave;
- c) insegurança do tráfego aéreo; ou,
- d) insegurança da empresa. A cadeia causal pode continuar neste último item considerando a:

- imprecisão do plano de vôo fornecido pela empresa ⁷⁷ ;
- deficiências no treinamento dos pilotos;
- escala mal elaborada, ocasionando fadiga; ou,
- política de corte de despesas. Reduzir custos pode significar:
 - uma política de desemprego;
 - um corte de material e peças de reposição; entre outros fatores.

A rede de possibilidades, a princípio, é infinita. Contudo, obviamente a culpa do acidente recaiu sobre os pilotos.

8.2.5 Modelagem e origens de acidentes- comportamento, compreensão, reação e 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(1944) 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. O quadro 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 destO quadro (DC-3) foi, na época, o principal, mais famoso e mais numeroso veiculo 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 no quadro 8, 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)

<i>AVIÃO</i>	<i>ESQUERDA</i>	<i>CENTRO</i>	<i>DIREITO</i>
<i>B-26</i>	<i>Potência</i> 	<i>Hélice</i> 	<i>Mistura</i> 
<i>C-82</i>	<i>Mistura</i> 	<i>Potência</i> 	<i>Hélice</i> 
<i>B-25</i>	<i>Potência</i> 	<i>Hélice</i> 	<i>Mistura</i> 
<i>DC-3</i>	<i>Hélice</i> 	<i>Potência</i> 	<i>Mistura</i> 

Quadro 8- Posições e cores dos principais manetes para aviões em uso na segunda guerra mundial
Fonte : Fits e Jones (1945)

As Figuras 103a e b, 104a e b, 105a e b e 106a e b mostram estas principais aeronaves incluídas no quadro 8, 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.



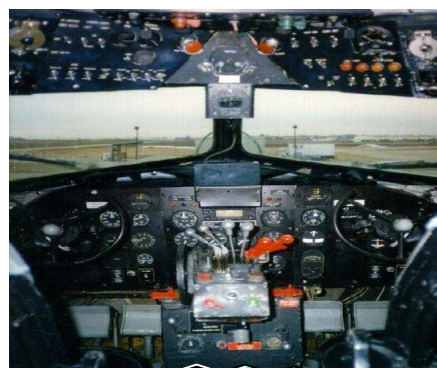
Figuras 103a e 103 b- DOUGLAS B-26 Marauder.
Fonte: Zenos Warbirds Videos- autorizadas (2005)



Figuras 104a e 104b- FAIRCHILD –C-82 FLYING VAGON.
 Fonte: Zenos Warbirds Videos- autorizadas (2005)



Figuras 105a e 105b- NORTH AMERICAN B-25.
 Fonte: Zenos Warbirds Videos- autorizadas (2005)



Figuras 106a e 106b- DOUGLAS DC-3 DAKOTA.
 Fonte: Zenos Warbirds Videos- autorizadas (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 107), utilizado para abastecimento de Berlim logo após a Guerra, os pilotos se queixavam de uma grande despadronização na localização dos comandos.



Figura 107- Douglas DC-4 com a pintura da USAF em 1946.
Fonte: Zenos Warbirds Videos- autorizadas (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 vô 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 despercebido 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”.



Figura 108- Ampla visão nos modernos cockpits.
Fonte : Foto cedida pelo piloto Alexandre Rizzo,2005)

Observamos na figura 108 acima a apresentação da 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 109 a seta vermelha mostra a pequena alavanca parecida com um comando de jogos eletrônicos (*stick*) substitui o manche tradicional.



Figura 109 o *side stick*, discutível e suposto causador do acidente, o manche de comando do Airbus A-320.
 Fonte : foto cedida pelo Cmte Julio Bastos, (2005)

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 Centro Nacional de Investigação e Prevenção de Acidentes 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 110a e 110b 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.



Figuras 110a e 110b- Modelos com trem de pouso convencional (Paulistinha P-56) e com bequilha frontal (Cessna 150).

Fonte: imagens do acervo do autor (2004)

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 pouso²⁹⁵.

²⁹⁵ 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 111a o que é ângulo de ataque, que é o ângulo formado pelo horizonte e pelo o eixo longitudinal das asas e é indicado pelo indicador de atitude (figura 111b)

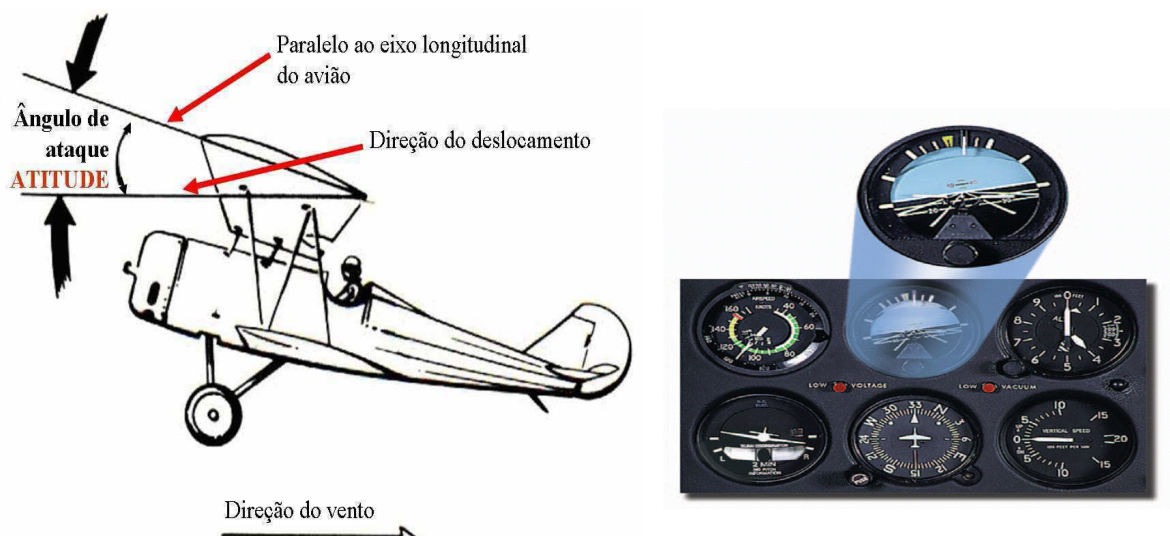


Figura 111a -O ângulo de ataque .A Figura 111b mostra o instrumento que serve de referencial para o piloto chamado de horizonte artificial ou indicador de atitude (AI).

Fonte: Cedida por piloto Alexandre Rizzo (2003)

8.2.6 A sobrecarga cognitiva agindo na construção de acidentes

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 vôo. A figura 112a mostra a fase de pouso onde o trem de pouso está baixado e *flaps* distendidos. A figura 112b 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.



Figura 112a- Uma fase crítica do voo- o pouso Figura 112b-A visão da pista pelo cockpit durante o pouso.
 Fonte: fotos cedidas pelo Cmte Rocky (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 113 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, 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. 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

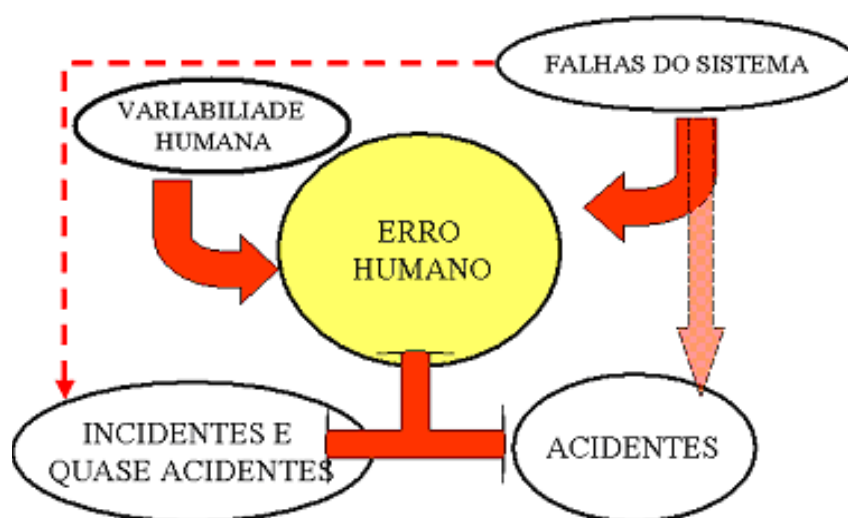


Figura 113- Causas de acidentes e incidentes.
 Fonte; Elaborada pelo autor, figura baseada no diagrama de Reason(,1996)

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.

Um grupo de trabalho da Federal Aviation Administration (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 vôo, 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 vôo 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.

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 vôo-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 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 conseqüências inaceitáveis é muito árduo e pode freqüentemente 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 em lugar do porque (MARTINS, 2002).

8.2.7 Falhas no posto de trabalho- O computador defendendo a aeronave Defendendo de quem?

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 mar. de 1977. Um Boeing 747 da PAN AN 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 , a 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 linguajar em inglês deficiente do controlador.

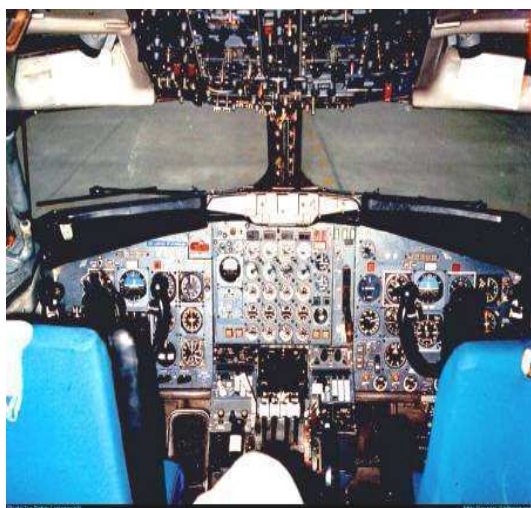
Este acidente promoveu um grande avanço na área tecnológica dentro da aviação, com a introdução de sistemas automatizados em larga escala, no interior das aeronaves. A partir daí se observou uma mudança no rumo das causas dos acidentes: as falhas decorrentes dos Fatores Humanos passaram a ter uma evidência 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 vôo, 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 114a e b 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.



Figuras 114a e 114b – As modificações radicais no posto de trabalho do avião Antigo Boeing 707 e o novo Boeing 767.

Fonte: 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.

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 Nov., 2001.

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 115 mostra a cauda desprendida desta aeronave por aplicação errada de comandos e manutenção deficiente



Figura 115- Separação da cauda de um Airbus A-300.
Fonte: Foto do National Transport Safety Board , autorizada (2006)

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

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

- **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 vôo).

A figura 116- Apresenta a queda do A-320 na França em 2000. A discutível causa imputada à automação



Figura 116- Airbus A-320 combinação errada entre atitude, ângulo de ataque (vide página 105) e velocidade causando e queda na mata – Tecnologia sob dúvida.

Fonte: foto disponibilizada por National Transport Safety Board, autorizada (2006)

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

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

- **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 117 mostra um dos dois Boeings 747 envolvidos no maior acidente com aeronaves até hoje em todo mundo



Figura 117- O Boeing 747 da PanAm envolvido no acidente em Tenerife.
Fonte: National Transport Safety Board Data Files autorizada (2007)

8.2.8 *Os acidentes transcendem as falhas dos pilotos*

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 e questões cognitivas como no caso Airbus A-320 (Figura 116 da pág.359) e dos Boeings 747 (figura 117 da pag.360). Pode-se visualizar suas inserções no esquema da figura 7 (pag.42) que integra os componentes que colocam uma aeronave em vôo do projeto ao ato de aplicar comandos para pilotar, carregando carga e/ou passageiros.

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 vôo. Ter sido desenvolvido amplo treinamento e simulações mais produtivas e apropriadas para tecnologias tipo este formato extremamente reduzido do dispositivo controlador da atitude de vôo 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 Centro Nacional De Investigação E Prevenção De Acidentes- Brasil e com os órgãos norte americanos (American Safety e National Transport Safety Board), 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 (NATIONAL TRANSPORT SAFETY BOARD, 1996).

A construção dos acidentes- 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 National Aeronautic and Space Administration (NASA), apresentou uma pesquisa sobre as causas dos acidentes aeronáuticos relacionados ao erro humano, 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 Federal Aviation Administration (FAA) tem enfatizado a necessidade da divulgação de problemas que atingem toda a aviação

Capítulo 9 – Uma análise mais ampla sobre acidentes com aeronaves

Os acidentes são o ponto final dos problemas de saúde dos pilotos em atividade. De uma forma ou de outra os pilotos são envolvidos nas investigações pois são estes os trabalhadores que tem estes artefatos em sua responsabilidade de controlar e trafegar. Mas a análise dos acidentes aéreos realizados por organismos oficiais mostra-se superficial e obedece a um modelo de causalidade linear, reduzido a fatores de riscos quase superficiais, mascarando os problemas reais da saúde do trabalhador aeronauta na moderna aviação²⁹⁶. Foi criado um método para observar os acidentes correlacionados com o trabalho do aeronauta, contestando o modelo tradicional de investigação de acidentes pelos organismos oficiais e para identificar mais profundamente as causalidades dos acidentes com aeronaves iniciado na obtenção de nosso grau de mestre. Este trabalho servirá de base para a obtenção de parâmetros que serão utilizados no modelo mais amplo que utilizaremos nesta tese conforme veremos mais adiante.

9.1- A reinvenção do erro humano - Uma abordagem mais verdadeira para a análise de acidentes com aeronaves

Erros são resultados das limitações fisiológicas e psicológicas de seres humanos. Nas causas dos erros estão incluídos fadiga, turnos de trabalho mal planejados, desrespeito ao ciclo, sobrecarga cognitiva, má comunicação interpessoal, informações imperfeitas, imperfeição no processamento de informações, cumprimento errado de comandos e imperfeição nas decisões. Na aviação é preciso administrar com muita profundidade as estratégias de prevenção e segurança de acidentes. Administrar um erro é compreender a natureza e a extensão de suas origens e conseqüências, alterando as condições que possam induzir uma falha, determinando comportamentos que possam prevenir ou atenuar as suas conseqüências. Embora reconhecendo que o cenário operativo não são apenas os *cockpits*, as amplas abordagens podem ajudar a melhorar a segurança das vítimas potenciais das falhas e erros de todos os atores e equipamentos que fazem a moderna aviação.

²⁹⁶ Para efeito de nossa tese, faremos um estudo exploratório que se apoiará na triangulação de métodos quantitativos e qualitativos e mediante abordagem pluridisciplinar, dando resposta a hipótese formulada.

O contraste da nova visão de erro humano inicialmente é reconhecer aquilo que é conhecido como o antigo ponto de vista e que examina as implicações para o progresso na segurança aeroespacial. Na antiga visão, os sistemas são basicamente seguros, e é um erro humano que gera a maior parte dos acidentes. É necessário abdicar a este conceito reducionista olhando os novos sistemas como basicamente não seguros, e os erros humanos como sintomas das contradições, dos erros de comunicação de toda natureza inclusive nas interfaces humano-máquina, das pressões e das limitações dos recursos mais profundos no interior do sistema. Ao analisar criticamente em dois métodos comuns para a classificação de erros humanos na indústria aeroespacial, devemos promover tentativas de introduzir a nova visão sem tornar-se re-invenções da antiga visão de erro humano. Isto acontece quando assumimos que:

- (a) Podemos identificar precisamente os erros e atribuir-lhes categorias,
- (b) O erro humano é causado por transformações inerentes limitações ou deficiências motivacionais;
- (c) Julgamentos, por exemplo de "pessoas perderem situação de atenção" mascaram as verdadeiras explicações de erro humano, e
- (d) Devemos buscar fontes de fracasso maior com uma perspectiva de observação mais ampla, longe do epicentro nevrálgico dos atores responsáveis pelos erros e falhas.

Estes sistemas de classificação de erro voltam a citar as antigas opiniões em torno do suposto progresso na segurança, reforçando o viés de frustração dos que lidam com os insucessos nos sistemas de prevenção e segurança. Na realidade, os progressos na área de segurança podem ser entendidos como pessoas criando segurança, e por entender como a criação de segurança podem quebrar em sistemas de recursos limitados que prosseguem objetivos múltiplos concorrentes. É necessário abandonar a construção da causa e aprofundar nos padrões de falha; e nos mecanismos pelos quais a falha acontecem. Existem basicamente duas formas de olhar para o erro humano. Podemos ver que o erro humano como causa de incapacidade, ou podemos ver o erro humano como um sintoma de falha (WOODS et al., 1994). Estas duas opiniões foram recentemente contrastadas como a antiga visão de erro

humano versus a nova visão (REASON, 2000) e enfatizado como fundamentalmente irreconciliáveis:

- a) As perspectivas da contribuição humana para o sucesso e
- b) O fracasso .

Na antiga visão de erro humano:

- O erro humano é a causa de muitos acidentes.
- O sistema em que as pessoas trabalham são basicamente seguros; sucesso é intrínseco. A principal ameaça para a segurança vem da própria falta de realismo das pessoas.

Os progressos de segurança poderão direcionados à proteção, procedimentos , automação, treinamento e disciplinação da nova visão do erro humano:

- O erro humano é um sintoma de problemas mais profundos no interior do sistema.
- Segurança não é inerente ao sistema. Os sistemas podem provocar contradições entre múltiplos objetivos que as pessoas devem exercer simultaneamente. As pessoas têm de criar segurança.
- O erro humano é sistematicamente conectado às características de prevenções preconizadas por pessoas, tarefas e ambiente operacional. Os progressos na segurança vem da compreensão e influencia destas conexões.

Não é difícil encontrar defensores desta nova visão, em princípio, os todos os que lidam com fatores humanos na indústria aeroespacial.

9.1.1 Um novo foco para avaliar o erro humano

A descoberta dos motivos pelos quais fatores humanos no ramo aeroespacial facilmente desliza para a velha visão de erro humano quando não existia a intenção de cometê-lo. Os métodos usados para analisar os erros humanos nos setores aeroespacial procuram pistas e hipóteses que significam a sua regressão para a antiga ótica. O trabalho desenvolvido para elaboração de nossa monografia atacou esta velha tradição de culpabilidade de pilotos e buscou as origens mais amplas dos vetores que levaram aos acidentes ao invés de simplesmente criminalizar quem estava no controle da aeronave no momento da fatalidade.

Existem abordagens de análises de acidentes e um grande contexto histórico que estimulam uma re-invenção do erro humano porque esta seria uma grande conquista. Eles substituiriam por novos rótulos, os tradicionais, chamando atenção para uma análise mais profunda, pois existe hoje uma confusão de julgamento com explicação, pois hoje se finge olhar mais para a via causal e para encontrar contribuições diretas e reducionistas.

No entanto, isto é apenas formalizar a suposta culpa direta e mais visível que está apenas procurando um lugar para aparecer. A partir desta análise, a re-invenção de erro humano, seria focado, desta vez, pela compreensão de que as pessoas criam segurança em todos os níveis nas organizações e que a segurança, bem como fracasso, é uma propriedade emergente de sistemas que tentam ter sucesso (DEKKER, 2002). A criação de segurança pode se deparar em recursos limitados dos sistemas que perseguem múltiplos objetivos concorrentes em um mundo, incerto e dinâmico.

Ao analisar as formas com que as pessoas investem em sua consciência de caminhos para a elaboração de estratégias para evitar o fracasso, é necessário defender o abandono da construção da causa por completo, uma vez que esta simplifica severamente as idéias de sucesso e fracasso. A área aeronáutica e aeroespacial deve investir na compreensão de padrões de falha.

O terreno para a nova visão de erro humano foi colocado no início da ergonomia na indústria. Fitts e Jones (1947) encontraram (como características de aviões da II Guerra Mundial onde cockpits sistematicamente influenciaram a maneira em que os pilotos cometeram erros. Por exemplo, os pilotos confundiam as posições dos instrumentos porque estas foram re-localizados.

O erro humano foi o ponto de partida para as conclusões de Fitts e Jones. O rótulo de “erro do piloto” foi considerado insatisfatório, e usado como um ponteiro para buscas mais

profundas e de condições sistêmicas que levaram a problemas consistentes. A idéia desses estudos transmitirem para nós é que os erros realmente fazem sentido uma vez que entendemos características do mundo da engenharia que os rodeia.

Os erros humanos são sistematicamente ligados às características das ferramentas de pessoas e tarefas. O olhar, ao mesmo tempo como agora, deve ser mais amplo e profundo. O mundo não é imutável e sistemas não são estáticos e não simplesmente um dado. Podemos reconstruir, re-projetar e assim influenciar a maneira pela qual as pessoas agem. Esta, aliás, é o imperativo histórico de fatores humanos: entender por que as pessoas fazem o que fazem, para que possamos ajustar, mudar o mundo em que trabalham e moldar as suas avaliações e ações nesse sentido.

Anos mais tarde após a área aeroespacial estar muito ampliada o trabalho de Fitts e Jones não mudou. Cada vez mais, percebemos como as pessoas são influenciadas pelo que acontece no modo brusco do funcionamento de seus mundos e de suas organizações (MAURINO et al., 1995). Organizações disponibilizam recursos para que as pessoas usem, em locais de trabalho local, ferramentas, treinamento, companheiros de equipe, mas colocam restrições sobre o que se passa ali, ao mesmo tempo, as pressões de tempo, as considerações económicas, que por sua vez, influenciam a forma como as pessoas decidem e agem no contexto (WOODS et al., 1994; REASON, 1997).

Mais uma vez, que as pessoas fazem faz sentido em função das circunstâncias que as rodeiam, mas agora as circunstâncias que vão muito além de sua imediata interfaces projetadas. Essa percepção tem colocado as premissas do trabalho de Fitts e Jones em contextos organizacionais.

As condições, por exemplo da mudança do local de trabalho ou a redução do horário de trabalho ou de produção, enfatizando o incentivo mais seguro em operação normal, por exemplo, a culpa da política do *go-around*²⁹⁷ realizada por muitas companhias hoje, onde nenhuma pergunta é feita se um piloto que interrompe sua tentativa de aterrissagem. Vemos na figura 118 o procedimento *go-around / touch-and-go*. O erro humano ainda é sistematicamente ligado às características das ferramentas das pessoas e das tarefas e tal como foi reconhecido, mais recentemente, o seu ambiente operacional e organizacional. (DEKKER, 2000)²⁹⁸.

²⁹⁷ O *Go-around* é um procedimento onde a aeronave volta a subir quando está pousando (nota do autor).

²⁹⁸ Relatório técnico de de Sidney Dekker, publicado pela Lund University School of Aviation em Jan. de 2002.



Figura 118– O procedimento *go-around* ou *touch-and-go* (a diferença está no planejamento mais antecipado onde o *go around* é chamado de “abortar “ o pouso e normalmente não é desejado, salvo enquanto treinamento).
 Fonte : Federal Aviation Administration, autorizada (2009)

No *go-around* a aeronave pode não chegar perto do chão e volta a subir e no *touch-and-go* a aeronave deve tocar na pista, preferencialmente, e faz parte de treinamento de pilotos.

Reinventar o erro humano : O erro humano com uma nova denominação

Pesquisadores foram levados para as fontes de erro humano como inspiração pela extensão organizacional de Fitts e Jones e uma série de métodos foram desenvolvidos no setor aeroespacial. Um deles, a ameaça de erro e Modelo de Gestão por exemplo de Helmreich (2000) e a *Human Factors Analysis and Classification System- HFACS* de Shappell e Wiegmann (2001). A maior armadilha em ambos os métodos de erro é a ilusão de que a classificação é o mesmo que análise (DEKKER, 2000).

Embora ambos os investigadores pretendam fornecer mais detalhes sobre o âmago do erro humano e que realmente o risco de simplificar o julgamentos de pessoas ao invés de explicações sobre o seu desempenho, transferem a culpa maior e mais profundamente para fora dos escalões da organização e criminalizando sempre os outros, normalmente o piloto. Como é que o caminho com intenções de se estabelecer uma nova visão acaba na antiga visão de erro humano?

As ferramentas de erro ou modelos mencionados acima têm muito em comum, e são essas semelhanças que proporcionam uma pista sobre os mecanismos pelos quais nós, involuntariamente, podemos regredir para a antiga visão de erro humano.

O mito da contagem de erros

O ponto de partida de ambos os métodos foi a contagem de erro. Entre 70 e 80% dos acidentes de aviação pode ser atribuído, pelo menos em parte, a erro humano (SHAPPELL et al., 2001). Investigação em acidentes de aviação constatou que 70% envolvem erro humano (HELMREICH, 2000).

Estas percentagens, testemunham a suposição do tamanho e da natureza do problema e que a indústria aeronáutica enfrenta e vai continuar a reunir um impulso político e recursos para os fatores humanos, mas não tem uma base na prática e científica, nem um futuro em contrapartida.

Quando se trata de erro, a contagem é particularmente difícil. O erro humano existe “no estado natural”, ou seja, está tal como ocorre em configurações complexas porque resiste a tabulação das complexas interações aos caminhos longos e torcidos até o colapso e ao contexto de dependência e diversidade da intenção e da ação humana. Por exemplo, consideremos o seguinte caso de um erro humano: não para armar os *spoilers*²⁹⁹ antes do desembarque.

Para fazer esses *spoilers* atuarem em algumas aeronaves mais antigas, os pilotos precisam aciona-los manualmente puxando uma alavanca na cabine de comando. Muitas aeronave aterrissaram sem os *spoilers* armados, alguns casos, até mesmo, resultando em ultrapassagens da pista de pouso. Cada um desses eventos é classificado como erro humano, afinal, os pilotos humanos esquecem algo em um sistema que está funcionando perfeitamente.

Mas a mais profunda sondagem revela um sistema que não está funcionando perfeitamente na totalidade. *Spoilers* (freios aerodinâmicos) geralmente têm de ser armados após o trem de pouso estarem baixados e travados em seu lugar³⁰⁰, tal como apresentado na figura 119

²⁹⁹ *Aviões de passageiros tem spoilers; painéis que vêm acima da asa após a aterragem, para ajudar a frear o avião durante o pouso (nota do autor).*

³⁰⁰ *O trem de pouso (rodas) na maior parte das aeronaves são movimentados para dentro da aeronave para reduzir o arrasto aerodinâmico. Ao se aproximar do pouso eles são novamente “baixados”. Este procedimento tem duas etapas: baixar e travar. O piloto que aciona avisa ao outro após confirmação: Trem de pouso baixado e travado!”(crivo do autor).*



Figura 119- As rodas prontas para o toque em terra- O trem de pouso baixado e travado
 Fonte: foto do acervo do autor (2008)

O trem de aterragem tem opções de compressão que se comunica com a aeronave quando ela está no chão. Quando o trem de pouso se comprime, a lógica diz que o avião aterrissou. E então os spoilers saem (se eles estiverem armados). A Compressão, no entanto, também pode ocorrer quando o trem está saindo, por causa da pressão de ar e do seu fluxo enorme deslizando em torno de um avião voando, especialmente se o trem de aterragem tem as dobras abertas no lado do vento (o que muitos fazem). Isso criaria um caso em que a aeronave pensa que está no chão, mas não está, realmente.

Se os spoilers já estivessem armados neste momento seria muito ruim se a aeronave ainda estiver no ar. Para evitar que isso aconteça, todas as aeronaves realizam estes procedimentos que dizem que os spoilers só pode ser armados quando o trem está completamente comprimidos e bloqueados. É seguro fazê-lo sem demais riscos de compressão. Mas quanto mais velha uma aeronave fica e depende de mais uma engrenagem que tem que sair e travar, pode o sistema hidráulico não funcionar tão bem, por exemplo. Em algumas aeronaves, que pode demorar até meio minuto.

Por esse tempo, o estado da arte começou a intrometer-se seriamente cockpit e outras tarefas que têm de acontecer como abaixar sustentadores (*flaps*), captura e monitoramento eletrônico da rota de acesso à sentido da pista, e assim por diante. Se o trem ainda está fazendo o seu trabalho, não armar os spoilers é um acionamento muito fácil de fazer. Combine isso com um sistema que, em muitos aviões, nunca adverte aos pilotos que spoilers não estão (ou estão) armados, a alavanca do spoiler que fica de um lado escuro do cockpit no

console central, obscurecido por alavancas de potência e cuja diferença entre armado e não armado pode ser questão de uma polegada, e a pergunta é:

Esta situação é um potencial de ocorrência de falha mecânica, ergonômica, sistêmica, cognitiva, erro de ação, procedimento, de informação ou da variabilidade humana ?

O erro humano se acontecesse nestas circunstâncias, não se trataria de uma falha única de um indivíduo ou a falta de informação ou erro de processo que possa simplesmente ser registrada, não na história de spoilers e provavelmente em toda a história de falhas na segurança de vôo. Uma prática que começa mal as vezes se espalha ao longo do tempo e do espaço, tocando em todas as áreas que normalmente atuam as pessoas bem sucedidas.

Estende-se profundamente o mundo, projetado organizado, social e operacional em que as pessoas realizam o seu trabalho. Se rastreamos a causa da falha, a rede de causalidade que se evidencia mais de imediato são do tipo “rachaduras em uma janela” e são determinadas e encerradas quando as paramos de procurar porque as provas por si não o farão por nós. Focando determinadas avaliações ou ações no redemoinho da atividade humana, social e técnica como causalidades, ou como “erros” e simplesmente contabilizá-los em algum banco de dados, seria e é totalmente arbitrário, simplista e sem sentido, em última instância. Existem outros problemas com o mito de 70%. Por exemplo, o que nos referimos quando dizemos erro? Nos debates de segurança existem três maneiras de usar o rótulo de erro:

- Erro como a causa da falha. Por exemplo: Este evento foi devido a erro humano.
- Erro como a falha em si. Por exemplo: O piloto fez uma escolha.. de que modo que foi um erro.
- Erro como um processo, ou, mais especificamente, como uma partida de algum tipo de padrão. Este procedimento pode ser operacional. Dependendo do que se usa como padrão, chega-se a conclusões diferentes sobre o que é um erro.

Os sistemas de classificação não fazem distinção entre essas diferentes definições possíveis de erro ou é realmente um antigo e bem documentado problema em ergonomia, por exemplo

(HOLLNAGEL, 1998) e, especificamente, nas classificações de erro³⁰¹. Como em um caso como cita Helmreich et al. (1999) onde divide suas observações e análise de uma amostra nas seguintes cinco categorias e então contar quantos se encontram em cada um:

- um descumprimento deliberado,
- erros processuais,
- erros de comunicação,
- problemas de proficiência e
- decisões operacionais.

Estas são as categorias de manifestações de erro (como erros de comunicação), bem como causas de erro (como os problemas de proficiência), causas e conseqüências de mistura, ou confusão de genótipos e fenótipos. Um problema pode ser atribuído a aspectos de proficiência (não é uma classificação) e é uma inferência que, provavelmente, requer uma quantidade considerável de conhecimento de domínio para tratar.

Contagem, classificação grosseira e variabilidades superficiais significa *protosciencia*³⁰², na melhor das hipóteses. Simples contagem não faz ciência uma vez que a variabilidade estabelece distância da questão, às margens de um problema.

Um foco em blocos superficiais distorce nossa capacidade de ver as relações mais profundas, de ver os padrões mais profundos, as razões mais contextuais e as sutilezas. Ele desconecta fragmentos de desempenho a partir do contexto, que os tirou que a acompanhou, que lhes deu significado, e que detém as chaves para sua explicação. Em vez disso, torna o desempenho em fragmentos desnudos como estilhaços espalhados no sentido amplo, na sequência do julgamento arbitrário de um observador.

³⁰¹ Ver, por exemplo a crítica Dougherty(1990) da primeira geração do HRA (Human Reliability Analysis): a impossibilidade de separar o que é causa eo que é conseqüência. Ou, para pô-lo em outras palavras, qual é a causa do erro e qual é a sua manifestação, o que é genótípicas, o que é fenotípica.

³⁰² Uma pseudociência é qualquer tipo de informação que se diz ser baseada em factos científicos, ou mesmo como tendo um alto padrão de conhecimento, mas que não resulta da aplicação de métodos científicos.

Uma ligação entre os erros e ferramentas

Nem Helmreich nem Shappell e Wiegmann deram muita atenção à relação entre o erro cometido das pessoas e suas ferramentas. Segundo Helmreich (2000), erros podem resultar de limitações fisiológicas e psicológicas dos seres humanos. As causas do erro incluem a fadiga, a carga horária e do medo, bem como a sobrecarga cognitiva, comunicação interpessoal, processamento de informação imperfeita, e da decisão tomada não apropriada. Há muito vão as conexões sistemáticas entre as avaliações das pessoas e ações, por um lado, e as suas ferramentas e tarefas do outro. Em seu lugar são causas puramente humana, fontes de problemas que são endógenos, internas e inerentes ao componente humano. Shappell e Wiegmann (1990) seguindo a razão original entre as falhas latentes e as falhas ativas somente sob potenciais influências organizacionais ao nível do fluxo causal que HFACS indica. Mais uma vez pouco esforço é feito para investigar as conexões sistemáticas entre erro humano e no ambiente de engenharia onde as pessoas executam suas tarefas.(DEKKER, 2000)

A incapacidade destes métodos para fazer uma ligação significativa entre erros e as pessoas com ferramentas de trabalho pode refletir uma maior simplificação no setor aeroespacial que se seguiu à introdução generalizada da automação na aviação. Nas décadas seguintes, Fitts e Jones alertaram para um enorme aumento na complexidade do cockpit e na lenta e real associação da premissa de seu trabalho. O aumento da complexidade foi devido, em grande parte à ubiquidade crescente de poder de computação (BILLINGS, 1996). Desde o início dos anos oitenta em diante, incidentes e acidentes com aviões altamente automatizado, mostrou que a tecnologia mais complexa, mais poderoso significa caminhos mais complexos para o fracasso. Aeronaves que já são bem defendido contra muitas vulnerabilidades conhecidas. A maioria dos acidentes com aviões automatizados compartilha uma assinatura básica: uma série de omissões e de desentendimentos aconteceram no avanço gradual para um sistema que está sobre a borda da ruptura (Federal Aviation Administration, 1996).

Uma série de fatores, tanto relativos ao desenho de pilotagem e com a situação conspira contra a capacidade da tripulação de coordenar suas atividades com a automação de operações de pilotagem. Ações autônomas por parte da máquina e a limitada ação de monitoração sobre seu comportamento³⁰³. Enquanto existe o desafio de categorizar as causas dos acidentes, as razões mais profundas vão envelhecer assim como como a natureza das pessoas utilizando as ferramentas de trabalho. A escolha é fundamental para o sucesso (ou o fracasso do trabalho). Características das ferramentas e das pessoas na execução de tarefas de forma sistemática dará

³⁰³ *Ações feitas pelos computadores de bordo onde nem sempre são compreendidas pelos pilotos (opinião do autor).*

qualidade ao seu desempenho. A divisão das tarefas de coordenação do vôo entre a tripulação e a automação foram encorajadas pela capacidade crescente e miniaturização de computadores e de supostas humanos errando no processo de pilotagem.

Sarter et al. (1997) registra que a resposta imediata e que persiste em muitos aspectos hoje, parece não ter abraçado a visão se traduz em resolver os problemas levantados por Fitts e Jones reescrevendo soluções em linguagem de automação.

A ligação direta entre as ações das pessoas e do ambiente em que elas atuam, que outrora tipificou as pesquisas dos fatores humanos e determinou as contramedidas de design se perdeu no complexo caminho torcido do fracasso e na incapacidade de uma indústria para enfrentar ou apreender as profundas implicações que automaticidade de aviões podem representar cenários de realidades não seguras (Federal Aviation Administration, 1996). O claro desvio de automação já deixou em apuros aeronaves mostrando que enquanto um fabricante pode incorporar toda a engenharia humana em um avião, esta não vai funcionar se o homem não quer aprender o que lhe é apresentado, e verificar que ele tenha feito um erro (WOODS et al., 1994).

Problemas com a automação e gerenciamento do sistema, em outras palavras, foi atribuída ao ser humano motivacional ou de insuficiências operacionais mal presumidas sustentada na teoria de Helmreich e métodos de classificação de erro HFACS (The Human Factors Analysis and Classification System).

Se só o ser humano já tivesse tentado resolver o mais difícil (que deveria ter lido e aprendido o que lhe foi apresentado), se ele tivesse dado um pouco mais de atenção para os dados ou compartilhado com outros membros da tripulação que agora sabemos que era crítica, então estes problemas não teriam ocorrido. No entanto, na realidade, aeroespacial tem visto a introdução de tecnologias mais ilusória como antídoto para a praga de erro humano. Em vez de reduzir o erro humano, a tecnologia mudou, agravado as conseqüências e possibilidades de atraso de detecção de erros e recuperação.

A tecnologia humana se aborrece com a tradicional coordenação humana, minando as estratégias tradicionais de duplo controle e acompanhamento dos trabalhos uns dos outros em vez de explicações e desculpas. As avaliações de Fitts e Jones nos lembram que é contraproducente dizer o que as pessoas não conseguiram fazer ou deveria ter feito, uma vez que nenhum dos que explicam por que as pessoas fizeram o que fizeram. Com a intenção de explicar por que as pessoas fizeram o que fizeram, os métodos de erro em questão aqui ajudam os pesquisadores a reformular erros humanos. Por exemplo, eles podem ser rotulados como “decisões erradas”; falhas comuns que devam ser monitoradas; falhas que devam

priorizar a atenção; procedimento irregular.. e assim por diante (SHAPPELI ; WIEGMANN, 2001).

Estas não são explicações e não poderia mesmo levar a explicações de desempenho. Eles são julgamentos feitos a partir de um fato pontual, normativo que se baseia em “suposições irrealistas da onisciência virtual e poder ilimitado computacional” por parte das pessoas dentro da situação (SIMON, 1969).

As pessoas julgam o que ver ou fazer com o benefício da visão retrospectiva quando outros teriam visto ou feito. Em contrapartida, não é um conceito fundamental para o entendimento, julgando que o desempenho humano no contexto é o princípio da racionalidade limitada. As pessoas usam seu conhecimento para perseguir objetivos. Na prática, no entanto, o conhecimento das pessoas limita-se a sua consciência finita. O comportamento das pessoas é racional e pode estar possivelmente errada quando inserido dentro de situações (e não a partir do exterior e da retrospectiva)³⁰⁴.

Não tem finalidade de dizer o que as pessoas não conseguiram fazer. O objetivo é entender por que eles fizeram o que fizeram, pela sondagem sistemática, as conexões entre as suas avaliações legais e ações, e as ferramentas, tarefas e ambiente que os rodeava. Ambos os métodos de erro também dependem relativamente de modernos conceitos sobre fatores humanos que mostram falhas no quadro 9:

Ambos os métodos de erro também mostram falhas	Quando aparecem esses rótulos como explicações fazem pouco mais do que rotular um erro humano e outra vez é re-inventado sob uma roupagem mais moderna:
perda de CRM eficaz;	Perda de CRM (Crew Resource Management) é um nome para o erro humano Não investir em um terreno comum, para compartilhar dados que, em retrospecto, acabou por sendo fator significativo.
complacência,	A complacência é também um nome para o erro humano, a incapacidade de reconhecer a gravidade de uma situação ou a aderir a padrões de cuidado ou de boas práticas
não-cumprimento;	Não-conformidade é um nome para o erro humano, a não seguir regras ou procedimentos que iria manter o trabalho seguro.
perda da percepção da situação	Perda de consciência situação é outro nome para o erro humano, a incapacidade de perceber coisas que, em retrospectiva revelou-se crítico.

Quadro 9 - Conceitos sobre fatores humanos que mostram falhas

³⁰⁴ *O ponto em aprender com um erro humano não tem objetivo de saber onde as pessoas podem agir errado. O sentido é o descobrimento de por que as suas avaliações e as ações fazem sentido naquele momento, dada a sua situação surgida do interior e quando o indivíduo é sujeito na situação. (crivo do autor)*

Ao invés de explicações de desempenho por exemplo, podemos julgar as pessoas por não perceberem o que agora sabemos terem sido dados importantes que conduziram àquela determinada situação, analisando o erro e a respectiva perda de percepção da situação pelo humano que o cometeu. Que estes tipos de fenômenos ocorrem e até mesmo ajudam a produzir o problema é indiscutível. Não existe coordenação perfeita entre as pessoas em locais de trabalho. Pessoas ajustam sua vigilância e suas estratégias de trabalho ao longo do tempo em função de sua percepção da ameaça, As pessoas adaptam-se e seguem orientações escritas mas há sempre um desfasamento entre o que as pessoas observam e o que elas capturam do mundo e aperacionalizam em conhecimento e em um estágio mais profundo, se capacitam. É o mecanismo cognitivo

Mas simplesmente rotular o fenômeno e não estabelecer correlações ou maior profundidade é uma forma reducionista e não explica os mecanismos que conduziram à atitude não prevista sejam eles psicológicos, sociais ou de outra forma ou origem ou mesmo pela combinação destes. Esses rótulos são uma ilusão de explicação.

É preciso um nível totalmente diferente de análise para começar a entender mais profundamente como as pessoas no alor da operação e mais ainda na criticidade de uma situação, continuamente enfrentar o dilema da necessidade de adaptar as regras em face da complexidade dos riscos imprevistos, mas fazê-lo, sem sucesso, ou se mantiverem as regras, mas constatação de que não consegue administrar a situação.

Nosso modelo utilizado no algoritmo taxonômico na pesquisa do mestrado é um exemplo desta linha de trabalho estabelecendo um sentido complexo à realidade nas anãlise de ações e de falhas humanas. Mas a aplicação de procedimentos não é regra simples a seguir. É uma atividade cognitiva. Descobrimo um descompasso entre a prática de orientação centralizada não é notória, e não é um feito único de uma ferramenta simples de identificação de erros que deveria contemplar várias instâncias psico-trabalhistas-fisiológicas-sociais.

A contramedida típica que emana do apuramento tradicional e superficial serve para advertir as pessoas, exortando-os a seguirem as regras, ou ainda a introdução de mais regras. Ou pior, a introdução de mais automação que raramente é completamente endendida e bem coordenada com pilotos. Este apenas servirá para reforçar o vínculo fundamental que as pessoas do processo de trabalho, da linha de frente e dos bastidores, provavelmente, aumentando o abismo entre intenção/ procedimento e prática.

Empurrar uma culpa na escada corporativa

Tentar levar os investigadores ainda mais para caminho de causalidades com um olhar hegemônico significa buscar de mais contribuições distantes para identificar a as verdadeiras falhas do que ocorreu. A intenção seria consistente se fosse estendido a organizacional analítica de Fitts e Jones (1947)³⁰⁵. A premissa (MAURINO et al., 1995) usual na área de investigação de acidentes aeronauticos é uma recriação de modelos em reprises do trabalhos daqueles estudiosos sobre causas dos acidentes.

Como Shappell e Wiegmann (2001) explicam, não é raro que os investigadores de acidentes entrevistem pilotos amigos, colegas e supervisores, após um acidente fatal apenas para descobrir e alardear que “já-sabiam-que-iria-acontecer-com-ele-há-alguns-dias”

Snook (2000) afirma que operadores cuidadosos de mente ampla na linha de frente estão mortos ou são inexistentes e que a busca por gerentes de nível médio em segurança organizações é crítica é lendária. De gerentes médio da National Aeronautics and Space Administration (VAUGHAN, 1996) para um comandante AWACS (Snook, 2000) para o homem responsável por não comprar sistemas de aviso de proximidade do solo para a frota da Air Inter Airbus A320 (METT, 1993), a média gerência tem sido apontada como responsável pelo fracasso e pediu para levar a culpa pela demissão ou ser punido de outra forma. A nova visão de erro humano não é uma desculpa para olhar e para culpar mais gente acima em uma organização.

Moshansky (1992), Vaughan (1996) e Snook (2000) nos lembram que todos se os gestores se realmente avaliassem o seu pessoal ou os processos ou as práticas como deficientes ou inseguros, eles dificilmente permitiriam a sua continuação. Vaughan (1996), convincente, desmonta o mito de que a National Aeronautics And Space Administration empurrou a meta de produção em face das falhas óbvias de segurança, levando ao desastre do Challenger 1986. Em seu lugar, ela explica como a normalização cumulativa de danos observados e foi algo sistematicamente ligado às características da organização onde as pessoas trabalhavam em: incerteza técnica, segredo estrutural e uma cultura de produção. Obviamente os gerentes da National Aeronautics and Space Administration não tinha a intenção que a missão Challenger falhasse, em 1986 mas eles realmente acreditavam que o acidente poderia ser impossível ou pelo menos altamente improvável, ou não teria continuado com a operação³⁰⁶.

Os sistemas de aviso de proximidade do solo para uma companhia aérea que opera em vôos de curta distância em terreno montanhoso, muitas vezes seria uma faca de dois gumes: as

³⁰⁵ Vide os feitos destes cientistas na área de ergonomia.

³⁰⁶ ver Wagenaar e Groeneweg, 1987.

taxas de falso alarme afetaria gravemente a credibilidade do sistema com os pilotos e, finalmente, contribuiriam para a erosão das margens de segurança em vez de reforçá-las. A síndrome de alarme falso é comum e bem documentada nos estudos de problema ergonômicos (DEKKER, 2000) e na mesma linha, Snook (2000) explica como supervisores de voo, não importa quão desesperadamente queremos que eles assumam a responsabilidade de acidentes, devemos tentar ver como estes supervisores e outros interpretam o mundo de sua posição no interior, por que certas práticas faziam sentido para eles, dado o seu conhecimento assim como o foco de atenção e objetivos concorrentes.

Os métodos de erro não fazem nada para esclarecer além do superficial, objetivando encontrar o homem próximo e responsável como fator causal. O erro humano continua a ser a conclusão de um inquérito, e não o ponto de partida. Esta é a antiga visão de erro humano precisa ser re-inventada sob a forte razão de preencher lacunas e deficiências de controle organizacional. Por exemplo falta de orientação, falta de fiscalização, falta de treinamento, a falta de dados corretos, oportunidade insuficiente para o descanso da tripulação e assim por diante (SHAPPELL, 2001 ; WIEGMANN, 2001)

Isso não é nada mais do que um desfile de juízos: juízos de supervisores que deixaram de fazer, não deram explicações de por que eles fizeram o que fizeram, ou porque nesse sentido, talvez realizado com os recursos e os constrangimentos que regem seu trabalho. Em vez de explicar um problema de erro humano, alguns sistemas de identificação tipo HFACS simplesmente procuram re-localizá-lo, empurrando-o mais para cima, e com este processo localizar a culpa e o julgamentos para o fracasso. Substituindo falha de supervisão ou o fracasso organizacional para a falha do operador não tem sentido e não explica nada. Ele sustenta o erro fundamental de atribuição apenas para dirigir sua noção mal interpretada em outro lugar, longe da linha de frente dos operadores de campo³⁰⁷.

As teorias sobre a culpabilidade dos acidentes são ruins e reducionistas

As teorias reducionistas ruins de classificação erro tinham a intenção de ajudar aos pesquisadores a entender o erro humano. Mas como é que os erros observados e sintomas de um problema mais profundo dentro de um sistema pode ser atacado ? Em vez disso, novos sistemas de classificação de erro se recauchutam ainda com uma visão antiga que visa perseguir culpados por qualquer outro nome ou em qualquer outro nível de organização para

³⁰⁷ *pilotos, controladores de voo, comissários de bordo, pessoal de apoio de terra e outros envolvidos no sistema de voo de preparo, controle e pilotagem de aeronaves*

os seus fracassos. Como vimos, os equívocos que as tentativas de colocar a compreensão das falhas humanas são graves e profundas.

A fronteira entre o sistema e falhas humanas torna-se turva, uma vez que reconhecemos a complexidade de um fracasso. Na realidade fatores humanos visam influenciar as circunstâncias de engenharia, social, organizacional em que as pessoas trabalham, a fim de melhorar seu desempenho. É ilusão que as decisões, sob disfarces da moda, pode explicar o erro humano. Na realidade, dizendo que as pessoas não deveria ter feito não explica por que eles fizeram o que fizeram. Compreender o desempenho das pessoas significa ver a sua situação a partir do interior, tentando compreender por que fazia sentido para eles fazerem o que fizeram. A idéia de que deveríamos procurar fontes de erro mais de forma mais ampla.

Os sistemas atuais de avaliação, embora coerente com o espírito de fatores humanos durante as últimas décadas, torna-se rapidamente uma recauchutagem da antiga visão de erro humano, deslizando em julgamentos, em vez de explicações de fiscalização ou de desempenho organizacional.

Em vez de dissipar a noção de culpa e responsabilidade final para uma falha, os métodos de classificação ajudam a movimentar a culpa, transferindo-a até encontrar um lugar para estacionar mais acima. Classificação de erros não é a análise de erros. Categorizar erros não podem servir para a compreender erros. Dekker (2000) afirma que As lacunas que estas ferramentas de classificação deixam na nossa visão sobre o desempenho humano são assustadores. Além disso, reforçar e consolidar os equívocos, os preconceitos e os erros induz ao risco de construir mais rápido nossas relações com o fracasso, dando-nos a ilusão de que temos realmente a nova visão de erro humano. A etapa de classificação dos erros para perseguir os culpados aparece pequena, e contraproducente, como sempre. Na aviação, temos visto teorias ruins de trabalho e agora as vamos sendo re-recauchutadas em torno das rodas de suposto progresso na segurança. No entanto esta abordagem pode ser aplicada, e invariavelmente tropeça e cai. Nós não deveríamos precisar de ver isso de novo pois parece que temos encontrado um beco sem saída. Não há progressos sobre a segurança na antiga visão de erro humano.

Reinventar o erro humano: Um bloqueio na criação da segurança

Nós podemos fazer progressos em matéria de segurança, uma vez que reconhecemos que as próprias pessoas criam, e nós começamos a entender como. A segurança não é inerentemente construída em sistemas isolados ou introduzidas através de correções técnicas

ou processuais. A segurança é algo que as pessoas criam em todos os níveis de uma organização (AMA, 1998 ; SANNE, 1999).

A segurança é a propriedade emergente de um sistema de pessoas que investem na sua consciência das potenciais vias de degradação e elaborar estratégias que ajudam a prevenir falhas. Tomemos, por exemplo, o caso do fracasso para armar os *spoilers*, como descrito acima: Um piloto explicou como ele, depois de anos de experiência em um tipo de aeronave particular, descobriu que ele poderia atuar o acionador do *spoilers* 4 segundos após a engrenagem ter sido selecionada, desde o momento crítico em que a compressão do trem de pouso inicia. Ele tinha refinado a uma prática que iria desde a alavanca para o spoiler até segurar lentamente o suficiente para cobrir 4 segundo, mas teria sempre que estar atento para todos os fenômenos atrelados.

Esta é a forma como os profissionais criam segurança: eles constantemente investem na sua compreensão de como os sistemas podem ser melhorados e investir na sua compreensão de onde eles mesmos são vulneráveis ao erro, e depois elaboram estratégias que ajudam a prevenir falhas. No nível operacional mais baixo em contato direto e estreito com o sistema projetado onde o fluxo de incompatibilidades, as pessoas introduzem folgas extras e redividem as tarefas em sub-tarefas, no tempo certo³⁰⁸.

Dekker (2000) afirma que as pessoas, naturalmente, criam segurança. Isto fornece elementos para o mito da contagem de erro. Parece que 70% erros humanos representa a distância que temos a percorrer antes de alcançar a segurança total. Segurança total fica em algum lugar, ou além, o horizonte, e os 70% (ou mais) de erros humanos é o que está entre nós e esse objetivo. A hipótese sobre a localização da segurança é uma ilusão, e os esforços para avaliar com números é como medir nossa distância de uma miragem. Pessoas criam sistemas complexos de segurança.

Eles fazem o trabalho deles para prever formas e caminhos para investir na sua própria e no descobrimento das capacidade de resistência e de seu sistema, adequando as suas tarefas, através da inserção de alternativas, rotinas heurísticas, truques, duplos controles ,listas pessoais de memorização.

Os 70% a contribuição humana para falhas na aviação ocorre porque o sistema complexo precisa de uma enorme contribuição humana para a sua segurança. Erro humano é o subproduto inevitável da busca do sucesso em um mundo imperfeito, recurso instável, com

³⁰⁸ Existe uma técnica de administração de projetos mais comumente usada em gestão de projetos chamada EAP- Que significa estrutura analítica do projeto e se traduz em fracionar uma grande tarefa em pequenas partes e desta forma, entender muito mais eficientemente a execução de uma determinada atividade.

restrições. Para tentar erradicar o erro humano (para diminuir ou reduzir a 70%) significaria erradicar ou comprometer a experiência humana ao mais profundo e confiável investimento em segurança do sistema e no sucesso que poderíamos esperar. Para entender o erro de 70% humanos, precisamos entender os 70% (ou mais) da contribuição humana nos acidentes na aviação, que a experiência humana torna o sistema de segurança um possível sucesso³⁰⁹. O mundo moderno da aviação convive com muitas pressões de modo crescente. E neste mundo a parte que sente as pressões é naturalmente a humana.

Os teóricos, os técnicos de pouca visão e os empresários promovem mudanças para o aumento da eficiência do sistema de transporte. Mas nem sempre as novas regras e medidas são interessantes para os profissionais de bordo. Por exemplo, a técnica chamada RVSM (*Reduced Vertical Separation Mínima*), por exemplo, que possibilita aeronaves voarem mais próximas. Verticalmente, deveriam ser introduzidas e respeitadas³¹⁰ mas são de difícil uso.

Outro investimento na resiliência do sistema que está ganhando uma posição segura na indústria da aviação é a política de automação, primeiramente defendida por Wiener (1989), mas ainda não aprovada por muitas transportadoras. Automação são as políticas destinadas a reduzir o risco de falhas de coordenação entre plataformas de voo altamente automatizado, o seu objetivo de igualar o nível de alta automação, por exemplo, VNAV (Navegação Vertical feito pelo *Flight Management System*:

“Que é o sistema de administração de voo, ou o “computador central”) que pode ser selecionado com “regras humanas” (GOTEMAN, 1999).

Esta forma de voo destina-se à redundância e maximiza as seguranças com verificação dupla, capitalizando os pontos fortes dos recursos disponíveis da estação de controle de voo (cockpit) utilizando o homem e a máquina. A figura 120 como se apresentam novos instrumentos nas aeronaves *Fly-by-wyre* (que usam fibra ótica e fios elétricos).

³⁰⁹ *Existem muitos outros exemplos de criação de segurança, em muitos outros níveis. A decisão de uma companhia aérea para não aceitar abordagens NDB (abordagem Non-Directional Beacon para uma pista, em que a aeronave não tem orientação vertical e bastante orientação imprecisa lateral) é um exemplo da relutância das companhias aéreas e / ou dos pilotos de concordarem em realizar operações de que colocam em risco de se acidentarem na pista de pouso.*

³⁰⁹ *Em ambos os casos, os conflitos são evidentes e pressões cujo objetivo é produção e não proteção. Em sistemas com recursos limitados, no entanto, a segurança nem sempre prevalece. (COLLINS, 2001).*

³¹⁰ *A nível de sistemas de acoplamento RVSM reduz a folga, contribuindo para o risco de problemas interativos, com rápida deterioração do controle e de recuperação difícil (PERROW, 1984). Isto também induz ao estresse, perturbando a estabilidade fisiológica do aeronauta (crino do autor)*

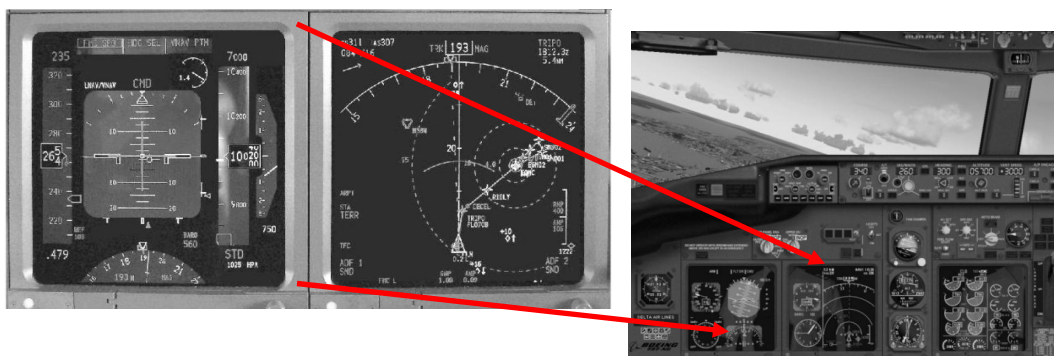


Figura 120 – instrumentos digitais das aeronaves modernas *Fly-by-wyre* (que usam fibra ótica e fios elétricos)
Fonte: acervo do autor (2008)

O sucesso da falha

As pessoas não são perfeitas criadoras de segurança. Existem padrões, ou mecanismos, pelo qual a criação da segurança pode gerar outras falhas ou quebra de equipamento.

Tomemos o caso de um DC-9 que caiu ao enfrentar um forte vento imprevisível (*windshear*) ao tentar uma aproximação a o aeroporto de Charlotte nos Estados Unidos em 1994 (NATIONAL TRANSPORT SAFETY BOARD, 1995). Observando a dinâmica da situação meteorológica na frente deles, os pilotos prevêm e enfrentam a ameaça potencial à frente.

A torre de controle de Charlotte pede relatórios aos pilotos de aeronaves sobre a situação à frente deles e, de forma consistente, recebem informações que confirmam que continuar a aproximação faria sentido. Dada a ambiguidade da situação (a tempestade está visível e os pilotos não avaliaram o perigo) a decisão é difícil. O que deve ser feito ?

Como um investimento adicional de segurança a tripulação planeja sua rota. Adaptar um procedimento para lidar melhor com as circunstâncias locais, se modificarem a rota de pouso poderiam se desviar da tempestade a sua esquerda. Uma vez perto da pista do DC-9 entra na chuva e experimentam perigosas variações de velocidade devido às correntes imprevisíveis de vento, momento em que os pilotos decidem contornar, virando à direita ao fazê-lo. O que eles estão vivenciando nesse momento é um *microburst* (um enorme pacote de ar mais frio caindo e batendo no chão, espalhando-se rapidamente em todas as direções). Quando a tripulação resolve subir perto da pista (*go-around*) acaba enfrentando uma pior situação: mais vento. Este é o elemento estocástico (SNOOK, 2000) ou azar (REASON, 1990) que quase sempre estão presentes nos cenários de avarias. Enquanto tentavam escapar, a decisão de ir para a direita corrói as oportunidades de recuperação, devido à natureza do *microburst* (uma natureza que ninguém pode realmente prever). Uma vez dentro dessa situação, uma realimentação de

dados e análise de decisão (*feedback*) eficaz torna-se muito difícil. A diminuição da velocidade rápida ocorre e, no final, o DC-9 não pode permanecer no ar. Ele começa a bater árvores e se rompe em uma rua residencial fora do aeroporto. Charlotte é um caso em que as pessoas estão em um dilema: por um lado, as coisas são demasiado ambíguas para uma decisão não programada eficaz.

Mas rapidamente as coisas estão mudando muito para se ter um *feedback* eficaz. Enquanto se aproximava do aeroporto, a situação seria muito imprevisível, os dados demasiado ambíguos, para uma mudança eficaz. Em outras palavras, não havia elementos suficientes para interromper a aproximação da pista (mesmo lidando com uma ameaça). No entanto, uma vez dentro da situação, as coisas mudam muito rapidamente. O microburst cria mudanças nos ventos e velocidades que são difíceis de gerir, especialmente para um grupo cuja formação nunca se deparou com um encontro ventos descendentes³¹¹ na aproximação para pouso ou em outras condições de voo.

Charlotte não se revela como o único padrão pelo qual existiria a quebra de segurança, mas também não é o único exemplo através do qual não se obteve sucesso. Para que exista o progresso em matéria de segurança, devemos abandonar a abordagem metodológica de classificação de erro ou qualquer outra investigação de falhas.

Uma vez que reconhecemos a complexidade de um fracasso, e uma vez que reconhecemos que a segurança e o fracasso são propriedades emergentes de sistemas que tentam estruturar uma seleção de causas, tanto para o fracasso ou o sucesso tornam-se superficiais e inúteis. Em vez de construção de causas, devemos tentar documentar e aprender a partir de padrões de falha³¹².

Charlotte, no caso descrito acima foi demasiado ambíguo para uma decisão de ação de segurança não programada e despadronizada. Um mecanismo pelo qual os investimentos em segurança são derrotado se devem também a um mundo em rápida mudança. Compreender o mecanismo significa tornar-se capaz de retardá-lo ou bloqueá-lo, reduzindo o acoplamento inerentes ao mecanismo por ambigüidade dos dados que alimenta a sua progressão a partir do sistema endógeno.

³¹¹ *Windshear: tesoura de vento*. Um movimento muito forte e imprevisível de forte corrente de vento

³¹² Snook (2000) antecipa o meu argumento chamando grandes acidentes de “tesouros” que os cientistas podem analisar por seus mistérios comportamentais: “Se pudéssemos reunir uma biblioteca de tais tesouros a maioria das descrições comportamentais complexas e ocorrências indesejáveis, estes estudos nos aproximarão a destravar os mistérios fundamentais do projeto de hiper-organizações complexas” Podemos inserir uma questão para reflexão: *Que padrões de colapso na criação de segurança das pessoas nós já conhecemos?*

Os contornos de muitos outros padrões, ou mecanismos de falha, estão começando a se destacar a partir de descrições da dimensão de acidentes no setor aeroespacial, incluindo a “normalização do desvio” (VAUGHAN, 1996) “a deteriorização da progressão” (WOODS, 1997) “prática de deriva” (ROBALO, 2000) e “A continuação do plano” (Orasanu et al. no prelo). Investir mais nestas e outras idéias que representam um progresso na segurança é um caminho.

Não há eficiência para a rápida compreensão de erro humano, como os métodos de erro de classificação discutidos neste trabalho nos fazer acreditar. Seu destino será uma ilusão, um reformado da antiga visão. Da mesma forma, não há solução rápida para os sistemas de segurança que perseguem múltiplos objetivos concorrentes em cenário de recursos limitados em um mundo incerto.

Há, no entanto a abertura do desempenho humano compreendendo como as pessoas fazem os sistemas que funcionam com sucesso, e investigar os padrões pelos quais os seus sucessos são derrotados. Na verdade abordar tal entendimento de uma forma complexa e mais aberta é a nossa única esperança de um progresso real na segurança.

PARTE IV – DISCUSSÃO SOBRE O MÉTODO

Capítulo 10- Teoria dos sistemas estudados em situações complexas– O método

A frase abaixo nos aproxima do assunto tratado neste capítulo porque ressalta processo de diferenciação e integração do conhecimento necessário para compreendê-lo na sua totalidade, sem apagar as diferenças.

“Todos os problemas se situam em um nível global e, por isso, devemos mobilizar a nossa atitude não só para os contextualizar, mas ainda para os mundializar, para os globalizar; devemos, em seguida, partir do global para o particular e do particular para o global, que é o sentido da frase de Pascal: "Não posso conhecer o todo se não conhecer particularmente as partes, e não posso conhecer as partes se não conhecer o todo" , citado em “Morin (1984).

Com este pensamento, pode-se abordar o fenômeno do conhecimento como ele acontece nos processos fenomenológicos da vida. Vivemos uma realidade de tal forma original e tão intensa em seu processo de mutação que os modelos explicativos tradicionais e suas premissas seriam por demais simplistas e inadequados para focar uma realidade multifacetada, poliédrica e complexa Morin (1984). A busca por um modelo complexo para ser aplicado na análise fenomenológica do sistema de transporte aéreo relativo à saúde do piloto frente às suas vulnerabilidades é um desafio contemporâneo.

10.1 A quebra dos paradigmas-As rupturas epistemológicas no campo das ciências humanas

Vários pensadores combateram o monoculturalismo e o tradicionalismo dos paradigmas adotados pelas ciências, propondo linhas mais amplas e mobilização sistêmicas para representação de conhecimentos. Embora expressem entre si diferenças de expressão e discordâncias, algumas maiores, estes cientistas sempre estiveram determinados a abordar e quebrar a forma temática homogêneinizadora como são representadas e produzidas as ciências de modo geral, que apresentam isoladamente o seu particular formato no olhar representativo

a explicar sob um foco amplo e reconstrutivo os fenômenos naturais e os mecanicismos que permeiam a sociedade. Registramos suas linhas de pensamento e as críticas que fazem entre si:

1) **Latour (1998)**³¹³ critica o sistema de saber que vê, de um lado, um monoculturalismo da natureza unificada e universal, que nos une em um mundo de partículas, átomos, genes, neuronios e do outro o que nos dividiria e nos particularizaria. Assim, o que nos uniria seria a natureza e o que nos separaria seriam os aspectos superficiais, crenças, representações falaciosas. Estaríamos concordantes sobre a natureza e discordaríamos sobre as culturas. Para Este autor trata-se de uma posição prematura.

2) **Chauí (1995)**³¹⁴ refere-se “à existência de três rupturas epistemológicas importantes no campo das ciências humanas, no século XX:

- A Fenomenologia, que, contrariando a visão positivista, garantiu validade às ciências humanas, diferentemente da validade das ciências naturais: os fenômenos humanos, em sua essência, não podem ser decompostos simplesmente em fenômenos da natureza.
- O Estruturalismo que veio mostra que os fatos humanos assumem a forma de estruturas, de sistemas, de totalidades organizadas na qual o todo não é a soma das partes.
- O Marxismo, que fala das condições objetivas e os fatos humanos e sociais como expressão e resultado de contradições sociais, lutas e conflitos.”

3) Herculano (2004) critica que estas correntes são mais contribuições do que rupturas, pois elas mesmas também trazem problemas: a perspectiva fenomenológica pode cair no psicologismo e solipcismo. O estruturalismo levado ao extremo desconsidera a condição humana e parece ser resultante de uma visão pessimista produzida por uma sociedade de não-sujeitos e o marxismo torna irrelevantes as variáveis culturais, reduzidas a epifenômenos das lutas econômicas.

³¹³ *Meio Ambiente: questões conceituais. Niterói, UFF/PGCA-Riocor, 2000, pp. 177 – 212*

³¹⁴ *Convite à Filosofia. São Paulo, Ática, 1995. Unidade 7: As Ciências, pp. 247 - 286*

4) **Maturana et al. (1994)** também discordam da perspectiva representacionista, que define o conhecimento como fundamentado na apreensão de traços característicos pertinentes a um mundo pré-dado, que é decomposto em fragmentos. A busca de uma síntese esbarra no radicalismo e convicção de uma acirrada defesa de cenários paradigmáticos que requer rupturas epistemológicas. Uma proposta de integração-convivência e troca de saberes, entre as ciências e entre as ciências e o senso comum requer a reintrodução da ética na construção do conhecimento abrandando os reducionismos pela retomada da consiliência. Ainda assim, essas formas são embrionárias e não suficientes.

1) **Kuhn (1962)** ao elaborar a teoria do paradigma, afirma que as ciências e as comunidades científicas são caracterizadas pela existência de paradigmas compartilhados que são apenas um modelo ou padrão de explicação vigente e aceito. Os paradigmas são formados pelas soluções concretas de problemas, empregada como modelos. Eles funcionam como um critério para selecionar problemas que a comunidade científica supõe solucionáveis e que vão, então, se tornarem objeto de estudo. O senso comum leva o não solucionável para o campo da metafísica, das abstrações filosóficas ou o abandona ou o desacredita (*Navalha de Ockham*)³¹⁵. Assim, um paradigma aceito na comunidade científica também serve como organizador e até definidor (de características) do campo “ciência”. Quando novos problemas surgem, enigmas até então fora do campo científico se impõem à decifração, fazendo com que a “ciência normal”, (aquela que já é aceita), entre em crise e então, novas teorias são construídas, e um movimento surge por um novo paradigma.

A transição de um paradigma a outro não é um mero processo de acumulação e sim uma reconstrução revolucionária do campo científico. Tais revoluções científicas são precedidas por um sentimento crescente de que o paradigma anterior deixou de funcionar, deixou de ter força explicativa .

6) **Cuiacu (1995)** ao se referir à crise dos paradigmas cita Bourdieu (1997)³¹⁶ que coloca-a como um falso dilema. Para ele, “essa crise só pode ser assim percebida pelo saber

³¹⁵ *Navalha de Ockham é um princípio lógico atribuído ao frade inglês Willian de Ockhan (século XIV). O princípio afirma que a explicação para qualquer fenômeno deve assumir apenas as premissas estritamente necessárias à explicação do fenômeno e eliminar todas as que não causariam qualquer diferença aparente nas predicções da hipótese ou teoria.*

³¹⁶ *_. A economia das trocas simbólicas. 3 ed. SãoPaulo: Perspectiva, 1992. p.183-202.*

hegemônico, ameaçado na sua hegemonia. Ao contrário, o que temos é uma pluriparadigmaticidade bem-vinda, oriunda do reconhecimento de diferentes atores construindo diferentes conhecimentos”. Ao propor a superação da falsa dicotomia entre o subjetivismo do construtivismo (a realidade como um constructo) e o objetivismo positivista da realidade como um fato (o realismo da estrutura), cria o enfoque “estruturalista construtivista”. Bourdieu mostrou o poder simbólico que certas categorias profissionais modernas - jornalistas, intelectuais, cientistas, juristas, artistas – “têm de criar realidades, na medida em que são socialmente dotados da autoridade da versão universalizante e oficial, que impõe como universal o que é particular, que neutraliza o contexto histórico, que desenraíza, oculta e naturaliza questões”.

Estes autores nos inspiraram a necessidade de trabalhar o foco determinante do trato à saúde dos pilotos. Conforme descrevemos em capítulos anteriores, existe uma grande complexidade na tarefa e no posto de trabalho deste profissional que necessita uma libertação dos paradigmas tradicionais que permeiam as profissões que se operacionalizam em cenários muito diferenciados. Igualmente, o tipo de investigação que se processa nos acidente com avião precisa ser realizado sob uma luz sistêmica com tres objetivos:

- a. Procurar entender as origens dos acidentes e suas causas
- b. Criar recomendações para proceder possíveis modificações na forma de realizar a operação de pilotagem das aeronaves altamente automatizadas
- c. Elaborar formas diferentes de investigar os acidentes e criar novos mecanismos de prevenção

Almeida (1997)³¹⁷ aponta seis formas diferentes da construção desta coexistência e cooperação: a multidisciplinaridade, a pluridisciplinaridade, a metadisciplinaridade, a interdisciplinaridade auxiliar, a interdisciplinaridade, e a transdisciplinaridade

³¹⁷ *Ciência e Saúde Coletiva 11 (1/2), 1997.*

1. Metadisciplinaridade se dá quando “a interação e as inter-relações entre as disciplinas são asseguradas por uma metadisciplina que se situa em um nível epistemológico superior”, que não funciona como coordenadora, mas como integradora do campo metadisciplinar.
2. Interdisciplinaridade³¹⁸, é desmembrada em interdisciplinaridade auxiliar, salientando uma relação assimétrica: “diferentes disciplinas interagem sob a dominação de uma delas, que se impõe enquanto campo integrador e coordenador”.
3. Interdisciplinaridade *tout court* (auxiliar) ou a segunda forma de interdisciplinaridade, seria “estrutural, com tendência à horizontalização das relações de poder entre os campos” e implica na identificação de uma problemática comum, levantamento de uma axiomática teórica e/ou política básica e uma plataforma de trabalho conjunto.
4. Pluridisciplinaridade, implica em uma “justaposição de diferentes disciplinas científicas que em um processo de tratamento de uma temática unificada efetivamente desenvolveriam relações entre si
5. Multidisciplinaridade, se apóia em um “conjunto de disciplinas que tratam simultaneamente de uma dada questão, problema ou assunto, sem que os profissionais implicados estabeleçam entre si efetivas relações no campo técnico ou científico.
6. Pluridisciplinaridade, implica em uma “justaposição de diferentes disciplinas científicas que, em um processo de tratamento de uma temática unificada que efetivamente desenvolveriam relações entre si.” Há objetivos comuns e um certo grau de cooperação mútua e uma perspectiva de complementaridade” .

³¹⁸ Quanto a interdisciplinaridade, Almeida a desmembra em interdisciplinaridade auxiliar, salientando uma relação assimétrica entre as diferentes disciplinas que interagem sob a dominação de uma delas, que se impõe enquanto campo integrador e coordenador. O exemplo ainda nos vem da área da saúde, entre as chamadas disciplinas paramédicas e a medicina.

Será nesta categorização, (pluridisciplinaridade) onde alojaremos nosso trabalho pois suas características se adequam mais a um contexto não hegemônico de cada disciplina onde os recortes para união dos fragmentos explicatórios .ocorrem de forma unificada em um formato extritamente relacional. O estudo exploratório a ser realizado nesta tese se apoiará na triangulação de métodos quantitativos e qualitativos. A pluridisciplinaridade será buscada a partir de distintos dos campos de saberes que fazem parte da tecnociência atual. À luz da teoria dos sistemas e da teoria da complexidade das ciências trataremos os campos das tecnologias, das vulnerabilidades, das variabilidades humanas, das situações de risco e das ciências humanas aplicadas na elaboração de legislações e práticas jurídico-trabalhistas especialmente da medicina aplicada ao trabalho: a ergonomia/ fisiologia. No contexto jurídico, trabalhista, social será analisada no marco do trabalho e da psicologia aplicada à aviação. Para tal precisamos ainda buscar na tecnologia da informação diversos aspectos.

10.2 Um novo olhar- A Teoria dos sistemas complexos

Quando se trata sistemas com características ou de áreas de saber diferentes, as propriedades macroscópicas ou coletivas do sistema composto não estão, em geral, relacionadas com as propriedades dos seus constituintes individuais. Neste caso, o sistema composto é um sistema complexo³¹⁹ (NICOLIS, 1984).

As ciências como a física, a biologia, a química, a economia, a história e a medicina estudam sistemas complexos e têm que lidar com as catástrofes, com a turbulência, com as doenças, com as revoluções, com a evolução natural, com a extinção dos dinossauros, com a evolução da bolsa e do universo.

Faião (2005) afirma que a grande dificuldade no estudo das propriedades dos sistemas complexos é de que, em geral, os modelos matemáticos associados conduzem à determinação de soluções de equações não-lineares, sendo difícil a aferição de soluções numéricas com os resultados experimentais e com as soluções analíticas. Enquanto os métodos quantitativos estão por excelência associados a problemas lineares, a teoria dos sistemas dinâmicos desenvolve técnicas qualitativas de análise global de soluções de equações com o objetivo de determinar e classificar os seus tipos genéricos. Esta abordagem permite prever propriedades dinâmicas, como sejam o aparecimento ou desaparecimento de singularidades ou a emergência de propriedades estocásticas, por exemplo. Recentemente, por análise direta de séries temporais obtidas experimentalmente, estas técnicas qualitativas têm vindo a ser utilizadas na previsão da evolução de sistemas cujas equações dinâmicas não existem ou estão mal definidas (NICOLIS, 1984).

Gleria et al. (2004) alertam que a teoria dos sistemas complexos vem recebendo cada vez mais atenção nos últimos anos na chamada “*econofísica*”, que procura compreender o comportamento de mercados financeiros e de outros aspectos da economia³²⁰.

Com o objetivo de estruturar um modelo para sistemas hiper complexos tal como os sistemas sociais humanos, o pressuposto é de que a existência de elementos aleatórios participantes do sistema em interação denota maior dificuldade de aprender como o objetivo da ciência é querer prever e aqui reside uma dificuldade de compreensão. A figura 121 é

³¹⁹ C. Nicolis e G. Nicolis, *Nature* 311 (1984) 529-532.

³²⁰ Um dos trabalhos pioneiros foi o estudo do índice da bolsa norte americana Standard e Poors 500 por Rosario Mantegna e Gene Stanley em 1998. Entretanto, as origens históricas da econofísica podem ser remetidas aos anos de 1960, com os trabalhos do matemático Benoit Mandelbrot. VOL tando mais no tempo aponta para a tese de doutorado sobre especulação financeira de Bachelier, em 1900.

ilustrativa de um sistema hipercomplexo onde a relação entre todos os componentes do mundo, em uma situação interdependente e de alto dinâmismo.

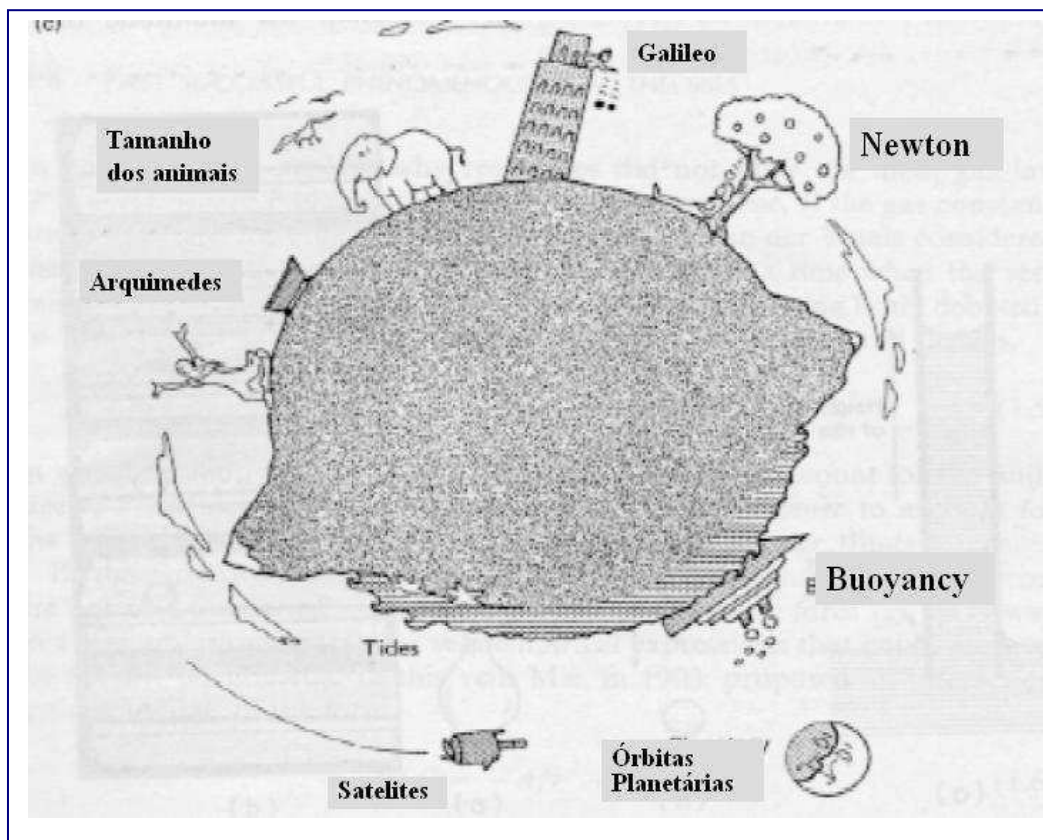


Figura 121 A figurativa estreita relação entre todos os componentes do mundo
Fonte Ivan H. Bechtold (2001)

No mundo natural, social e artificial observam-se fenômenos de grande complexidade a despeito de, na física (e até certo ponto, em outros campos, como por exemplo a biologia), mostrar-se que os componentes básicos de muitos sistemas são basicamente simples (MOYANO, 2006).

Um problema crucial em muitas áreas da ciência esclarecer os mecanismos matemáticos pelos quais um grande número de elementos simples atuantes em conjunto, podem produzir comportamentos tão diversos dos comumente observados. O uso dos de sistemas complexos em tantas disciplinas diferentes produz uma multiplicidade. Para fins deste trabalho, um sistema complexo existe quando há um grande número de elementos diferentes dinâmicos interagentes. Uma característica básica é que a dinâmica individual dos elementos é não-linear, sendo muitas vezes de comportamento caótico. A dinâmica é frequentemente o

resultado da retroalimentação que os elementos recebem como resultado da sua própria atividade.

O maior interesse deste tipo de modelos são os comportamentos macroscópicos que emergem das ações e interações dos elementos individuais(ou microscópicos). Os elementos individuais que compõem o sistema podem ser muito simples, e a interação entre eles ser simples também. Mas o comportamento do sistema como um todo apresenta propriedades decorrentes das interações não-lineares. Os estados passados podem ter influência nos estados presentes que também podem ter a longo prazo. São comuns os efeitos de memória, correlações no tempo, envelhecimento, histerese, etc.

As figuras 122a e b ilustram sistemas complexos altamente interagentes. A World Web (Internet) e um cérebro com seus componentes onde um componente ao ser modificado, todo o sistema se modifica. (“Efeito borboleta”).

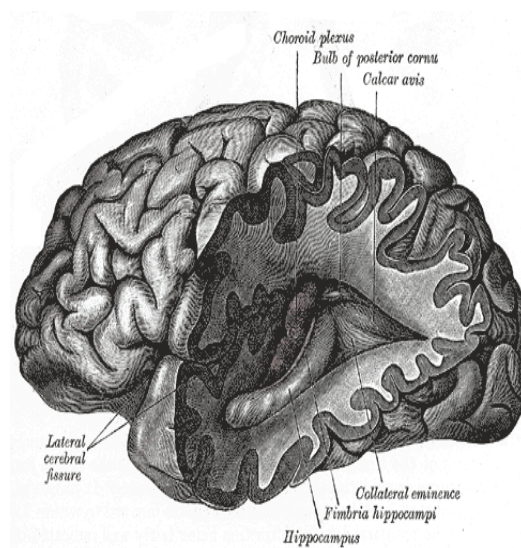


Figura 122a- sistemas complexos: A WorldWeb e o 122b -cérebro humano. O TODO é maior que a soma das partes. Como na definição de Gestalt Slemenson.

Fonte : FISCHMAN (2006).

A questão da não linearidade e o efeito borboleta são importantes para entender a teoria do caos.

10.2.1 A Teoria do caos

Em algumas ciências a hipótese que explica o funcionamento de sistemas complexos e dinâmicos é a Teoria do Caos. Em sistemas complexos, determinados resultados podem ser instáveis no que diz respeito à evolução temporal como função de seus parâmetros e variáveis. Isso significa que certos resultados determinados são causados pela ação e a intenção de elementos de forma praticamente aleatória. Para entender o que isso significa, basta pegar um exemplo na natureza, onde esses sistemas são comuns. A formação de uma nuvem no céu, por exemplo, pode ser desencadeada e se desenvolver com base em centenas de fatores que podem ser o calor e o frio, a evaporação da água, os ventos, o clima, condições do Sol, os eventos sobre a superfície e inúmeros outros.

Além disso, mesmo que o número de fatores influenciando um determinado resultado seja pequeno, ainda assim a ocorrência do resultado esperado pode ser instável, desde que o sistema seja não-linear. A consequência desta instabilidade dos resultados é que, mesmo sistemas determinísticos (os quais tem resultados determinados por leis de evolução bem definidas), apresentem uma grande sensibilidade a perturbações e a erros, o que leva a resultados que são, na prática, imprevisíveis ou aleatórios, ocorrendo de forma aleatória e eventual. Mesmo em sistemas nos quais não há ruído, erros microscópicos na determinação do estado inicial e atual do sistema podem ser amplificados pela não-linearidade ou pelo grande número de interações entre os componentes, levando a um resultado aleatório com alto grau de incerteza.

Quando a descrição de sistemas complexos mediante modelos matemáticos ocorre que as variáveis que apresentam valores verdadeiramente aleatórios são tratados como ruído e apenas algumas delas são analisadas sob uma lei de comportamento determinístico mais simples. Por exemplo, o que fez Einstein e Langevin no início do século XX para compreender o Movimento Browniano³²¹.

³²¹ *O Movimento Browniano pode ser observado quando luz é incidida em lugares muito secos, onde macropartículas "flutuam" em movimentos aleatórios. (Vulgarmente confunde-se com poeira. O primeiro a observar esse movimento, o biólogo Robert Brown (1827) achou se tratar de uma nova forma de vida pois ainda não se tinha completa ciência da existência de moléculas e as partículas pareciam por vontade própria descrever movimentos. O cientista que explicou corretamente esse movimento, propondo que a energia fosse constituída de moléculas, foi Albert Einstein em 1905. Há um padrão escondido nesse movimento aleatório que o classifica como um movimento fractal, pois descreve um padrão dinâmico bem definido.*

Fractais: são formas geométricas obtidas a partir de um elemento base, ao qual se aplica uma certa transformação bem definida, através de regras que se aplicam infinitamente. Os fractais possuem

Os matemáticos querem prever mediante equações o comportamento do fenômeno. Algumas equações são capazes de simular o resultado de sistemas mas a maior parte desses cálculos prevê um mínimo de constância e que normalmente não ocorre na natureza. O termo Efeito Borboleta foi cunhado para mostrar o alcance da autonomia dos agentes participantes do sistema como iniciadores de processos caóticos que podem levar a uma transição, que desestabiliza o sistema vigente e o conduz a outro estado. Um dos exemplos citado é o da atitude de *Rosa Parks* a partir do que protagonizou um dos maiores movimentos anti-racismo da história americana que conquistou com suas lutas históricas e heróicas, leis anti segregação racial nos Estados Unidos.

10.2.2 A Somatória do erro e a incerteza dos sistemas rígidos

Na ciência positivista, em geral se transformam os sistemas abertos, ou seja, os sistemas dinâmicos, complexos e adaptativos, em sistemas fechados para poder aplicar as leis conhecidas que privilegiam as linearidades em detrimento das não-linearidades³²². Isto ocorre para facilitar e simplificar a análise de dados. Por isto, neste tipo de sistema, quando restrito a uma ou duas variáveis fixando-se as demais, e somente nessa situação chamada limítrofe, o sistema se torna fechado, e o Efeito Borboleta aparentemente não atua, causando assim a impressão de um sistema estático.

Por exemplo, ao se tomar uma decisão mínima, considerada muitas vezes insignificante, tomada com plena espontaneidade nos sistemas dinâmicos abertos, pode-se gerar uma transformação inesperada e um futuro incerto.

Tudo está em relação e em interação. Já no sistema complexo pode ser visto como jacarés amarrados pelacauda. Se um se move, altera a posição do outro. (figura 123).

características como auto-semelhança e dimensão fracionária. Os fractais aparecem de três maneiras:
 . - *Auto-similares estatisticamente: exemplos na natureza (objetos com similaridade estatística).*
 . - *Fractais exatos: gerados por algoritmos recursivos, completamente auto-similares, objetos matemáticos.*
 . - *Associados a tipos de comportamentos dinâmicos (mapa de Ikeda).*

³²² *Não-linear* refere-se a todas as estruturas que não apresentam um único sentido. Estrutura que apresenta múltiplos caminhos e destinos, desencadeando em múltiplos finais. Diz-se que a não-linearidade é pressuposto dos sistemas complexos e sua intrincada rede leva a caminhos distintos e inimagináveis até mesmo para os criadores do sistema. Isto ocorre devidas interações entre dados e conexões que se tornam cada vez mais complexas, e estas geram realimentações que por sua vez realimentam o sistema tornando-o autoregulador



Figura 123 Uma metáfora: Um sistema complexo e pluridependente - jacarés amarrados pela cauda: Um se movimentam, todos se movimentam.
Fonte: criação do autor (2009)

10.2.3 *Descritores dos sistemas complexos e dinâmicos*

As ciências como a física, a biologia, a química, a economia, a história e a medicina estudam sistemas complexos: têm que lidar com as catástrofes, com a turbulência, com as doenças, com as revoluções, com a evolução natural, com a extinção dos dinossauros, com a evolução da bolsa e do universo. Com o desenvolvimento de máquinas de cálculo poderosas que chegam a realizar mil operações de vírgula flutuante por segundo é possível calcular resultados para estes sistemas (DIÃO, 1995). A grande dificuldade no estudo das propriedades dos sistemas complexos é de que, em geral, os modelos matemáticos associados conduzem à determinação de soluções de equações, sendo difícil a aferição de soluções precisas com os resultados experimentais.

Como a experiência tem mostrado, aparecem dificuldades relativas à fraca previsibilidade tendo-se criado a necessidade de desenvolver técnicas específicas para a análise. A teoria dos sistemas dinâmicos tenta cumprir este programa e procuramos estabelecer para nosso modelo um paradigma que pudesse congrega um conjunto grande de variáveis interconectadas mas que estabelecessem características bem definidas. Buscamos nos sistemas complexos e dinâmicos uma inspiração para a modelagem de nosso sistema, onde buscamos evidenciar interações aparentemente não relacionadas nas investigações dos acidentes aéreos.

10.2.4 *Características de sistemas sociais complexos não lineares*

Na fenomenologia dos sistemas complexos e dinâmicos enquanto alvo das características de sistemas sociais complexos dinâmicos não lineares, podemos relacionar as seguintes:

As previsibilidades de comportamento das interações não são precisas

Enquanto os métodos quantitativos trata os eventos estão por excelência associados a problemas matemáticos, a teoria dos sistemas dinâmicos desenvolve técnicas qualitativas de análise global e apresenta novas questões e hipóteses que abrem novos horizontes causais sem isolar as possibilidades de solução. Esta abordagem permite descrever propriedades dinâmicas, como sejam o aparecimento ou desaparecimento de singularidades. Pode-se eleger algoritmos que reflitam o movimento, por exemplo, por análise direta de séries temporais (históricas). Estas técnicas qualitativas revelam tendências evolutivas dos sistemas cujas características dinâmicas ainda não foram completamente estudadas ou estão mal definidas.

A contínua mutabilidade do sistema motivada por variação de forças e atratores que geram influências entre componentes

Os sistemas complexos são onde ocorrem as transições de fase, das mudanças bruscas de comportamento ou das bifurcações, emergências de ordem em processos caóticos. Estes processos tem sido tratados por matemáticos ou por relações entre o linear e o não-linear e sugerem diversidade de fenómenos que podem emergir nos sistemas complexos de forma abrupta como acidentes, crises, etc .

Existem interações permanentes entre componentes do sistema

Quando os componentes destes sistemas aproximam-se uns dos outros, dois fenómenos podem ocorrer: eles podem reagir ou eles podem interagir.

As diferenças de sistemas complexos dinâmicos

Uma reação química que requer quebra de ligações químicas e rearranjos estruturais. Estas interações são chamadas de interações entre componentes ou intermoleculares. As energias envolvidas em tais tipos de interações são muito menores que aquelas envolvidas em processos reativos.

Existem sistemas complexos dinâmicos em toda a natureza

O estudo das interações entre elementos atratores partículas não é um tópico recente. Desde o início do século XIX, as forças entre partículas têm sido alvo de estudos e teorias.

As interações só ocorrem devido às características de força dos componentes

As interações têm origem nas interações de força de atratividade ou de influência das partículas com carga ou influência significativa. A força de influência, descrito como *poder transformador*, é um vetor que apresenta a particularidade de existir em duas variedades, influência positiva e negativa. As forças de influência podem ser medidas pelo poder transformativo e dos efeitos de atração entre componentes. A força destas interações é diretamente proporcional a sua influência e inversamente proporcional à distância que as separa. Para explicar a existência dessas forças podemos citar, por exemplo, a necessidade da presença nas reuniões de cúpula dos representantes de países nas Nações Unidas, onde esta aproximação direta é fundamental para o exercício do poder da influência

Há uma efetiva variação na atratividade quando se aproximam os componentes.

- *Os componentes podem exercer atratividades ou repulsão e*
- *Existe efetivamente uma influência exercida pelos componentes próximos através de uma interação entre qualquer par de componentes*
- *O ambiente pode alojar grandes forças atuantes atratoras*

Para dois componentes sem força de influência, mantidos a uma certa distância, predominam as forças de atração a "grandes" distâncias. Em 1873, Van Der Waals³²³ postulou a existência das forças entre componentes de sistemas complexos, que ficaram conhecidas pelo seu nome.

As forças atrativas de Van Der Waals foram um sucesso pois permitia a interpretação de propriedades de sistemas complexos e comportamentos de transição de fase, ainda que as origens dessas forças não fossem muito bem entendidas. Este fenômeno se assemelha e nos inspira à estruturação do nosso modelo sistêmico onde os vetores sócio-trabalhistas-fisiológicos-ergonômicos agem permanentemente se correlacionando, agindo dinamicamente em nosso personagem em estudo: o piloto.

Esses dois tipos de forças são peças-chaves e há mais de meio século, vem sendo utilizada no comportamento de determinados sistemas complexos. Nesta teoria, a estabilidade é tratada em termos do potencial de atratividade entre dois componentes. A teoria envolve estimativas da energia de atração (forças de van der Waals) e da energia de repulsão, ambas em termos da distância entre os componentes. Existem influências entre os componentes próximos de um centro de influência (um componente ou conjunto de componentes) que podem ser influenciados de forma positiva ou negativa e que pode ser alterada pelo distanciamento ou enfraquecimento da intensidade de influência (ou força) deste polo.

As expectativas e estudos não contemplam todas as situações

Não obstante, a teoria não é uma panacéia. Há limitações inerentes ao modelo tanto por hipóteses simplificadoras, por limitações intrínsecas, quanto por negligência de outras forças não consideradas ou desconhecidas. Há algumas forças que não são levadas em conta pela teoria que se acredita que podem ser significantes, especialmente quando as forças de longa distância e a natureza do sistema não podem ser ignoradas.

³²³ *No modelo de Van der Waals as atrações são de natureza eletrodinâmica e atuam também em todas as partículas, estejam elas carregadas ou não. Explicações satisfatórias para a origem das interações de Van Der Waals vieram apenas com o advento da mecânica quântica. Fritz London (1930) descreveu a natureza destas forças e as atribuiu ao movimento (flutuações) dos elétrons dentro das moléculas. As interações de Van Der Waals, decorrentes especificamente das flutuações dos elétrons em moléculas, ficaram conhecidas com o nome de London, de flutuação de cargas, eletrodinâmicas, ou de dispersão. Elas estão presentes tanto em moléculas apolares como em moléculas polares. As forças de van der Waals desempenham um papel importante em todos os fenômenos intermoleculares, embora não seja tão forte quanto as interações coulombianas ou ligações de hidrogênio, as interações de dispersão estão sempre presentes.*

Existe dificuldade em matematizar a previsão de resultados

Mesmo a matematização para cálculo das interações entre os componentes pode levar a comportamentos qualitativamente diferentes e estes resultados imprecisos sob o ponto de vista cartesiano possuem importantes implicações na estabilidade e no comportamento de determinadas conjunções e não são descritos pelas conhecidas equações matemáticas em uso nesta área³²⁴. Um possível caminho para o dimensionamento poderia, por exemplo, se espelhar nos componentes da tensão interfacial uma molécula de água (As forças polares interagem entre si). Estes componentes podem servir de modelo para o suposto equilíbrio quando aplicado ao piloto em uma situação não crítica.

Os vetores que integram o conjunto de condicionantes em estudo do modelo sistêmico representativo que tensionam a vida sócio-profissional do piloto. Há uma série de componentes análogos aos observados nas interações físico-químicas. Com isto não queremos subordinar o mais complexo ao menos complexo, mas ressaltar que a totalidade onde emergem propriedades distintas só pode acontecer se houver a participação das partes (componentes que a estruturam. É essa totalidade estruturada pelas partes que forma significado para os seus elementos constitutivos.

Assim, vemos nas características abaixo, uma representação do que ocorre também no social, pois os elementos estão suprimidos, poré, estão ao mesmo tempo conservados e superados na totalidade:

- Atratividade
- Repulsão
- Dispersão
- Densidade ou dispersão do meio

³²⁴ *Nos estudos das ciências exatas, uma limitação da teoria é o uso da equação de Poisson-Boltzmann para descrever as interações entre macro-partículas de sistemas coloidais. A teoria de Poisson-Boltzmann trata os íons em solução como cargas pontuais que interagem uns com os outros e com a macro-partícula apenas através de um potencial eletrostático médio, e não leva em consideração efeitos como as correlações entre íons, interações não-eletrostáticas entre íons (interações de esfera rígida, interações de dispersão, etc), ou ainda, as interações de imagem em interfaces não carregadas. A consideração de correlações entre íons e macro-partículas pode levar a comportamentos qualitativamente diferentes daqueles previstos pela equação de Poisson-Boltzmann.*

- Facilidade de se modificar
- Mudanças de estrutura
- Catalizadores que modificam características da atração e de influência
- Forças estruturais conjuntas
- Facilidade de combinação morfológica

10.3 As bases para construção do modelo a ser usado

O principal vetor que condiciona a construção do novo modelo investigativo é a quebra do paradigma linear e simplista que permeia o roteiro processual que atualmente produz os laudos dos acidentes. O método atual de investigação segue um roteiro linear seqüencial, reducionista que obscurece e marginaliza importantes componentes de um acidente. Estes elementos tratados com baixa importância causal denotam as origens das falhas normalmente são descritas nos relatos que, se tratadas sob o ponto de vista complexo, estas variáveis se relacionariam promovendo nova visão diferente, ampla e de largo espectro na análise das fatalidades com pilotos e aviões.

O método atual pode ser ilustrado pelo diagrama a seguir (Figura 124). O formato deste método foi amplamente conhecido quando houve a publicação do algoritmo taxonômico de O'Hare em 1995.

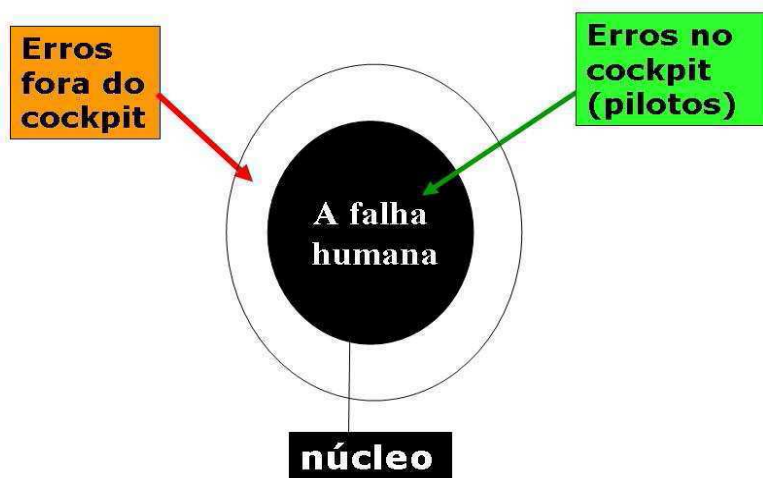


Figura 124– ilustração do método atualmente adotado de investigação de acidentes.
Fonte: Diagrama elaborado pelo autor com base no algoritmo taxonômico de O'Hare (2010).

Podemos visualizar que este formato se reduz à investigação das causas diretas dentro e fora do *cockpit* (se falha ou não piloto). E como o piloto está sempre na cabine de controle, recai sobre este, quase na totalidade da investigações, uma parcela da culpa que é operacionalizado em um processo linear, pois as investigações passam inicialmente pelas ações do piloto e se este estiver executando sua tarefa, que normalmente é a de pilotar, recai

em consequência do próprio processo investigativo, sobre este uma culpa que pode ser eventualmente somada a outras culpabilidades. A ironia é que nestes mesmos relatos oficiais de acidentes se apresentam com uma grande riqueza, outros detalhes que nos proporcionaram extrair elementos para compor uma visão sistêmica dos mesmos acidentes. Mas desta vez, este tipo de olhar está abrindo um grande espectro de possibilidades de análise sob o ponto de vista da complexidade.

A fonte principal para realização da pesquisa é o banco de dados montado a partir dos registros oficiais dos acidentes com aeronaves em todo mundo. A pesquisa tratará as informações, decompondo-os em dados que foram codificados, implantados e tratados pelos nos algoritmos inseridos no sistema computadorizado : O Aviation DataBase.

10.3.1 Um modelo complexo e suas características nas ciências exatas e humanas

O modelo que construímos para processar os dados de uma amostra para a pesquisa é taxonômico e não sistema linear. A interação constante entre seus elementos correlacionados contribuem com mais profundidade na análise de cada acidente aéreo. Para isto não perde de vista, na sua fragmentação correspondente à prospecção de cada fator causal extraído de cada elemento de análise (no caso, um registro de um acidente com aeronave), o uso das particularidades e características de cada ciência que integra a visão sistêmica, para determinar com a contribuição de seus vetores³²⁵, uma melhor avaliação das causalidades.

³²⁵ Consideramos um vetor causal um elemento dentro do campo de estudo que pressiona negativamente ou positivamente uma determinada situação de um acidente. Por exemplo, uma imaginária situação de um avião na obrigatoriedade de decolar com excesso de peso ou uma escala de voo que não respeitasse o descanso do piloto.

10.4 O desenvolvimento e a construção do modelo a ser usado

Um sistema complexo como um desenho de estudo (um recorte da realidade) foi usado como inspiração para ajustar e adaptar as tensões dos componentes do modelo que chamaremos de **MCA** - Modelo Complexo da Aviação. Por analogia adotamos o *modelo fenomenológico de forças intermoleculares de Van Der Waals (1873)* não apenas porque é complexo mas passível de ser representado na matemática. A inspiração ocorreu porque existe similaridade entre o comportamento de sistemas complexos dinâmicos e não lineares, de forma geral, e o MCA e pode ser considerado complexo principalmente porque:

- a. Integra vários campos de saber e as características macroscópicas do MCA dependem destes
- b. A natureza coletiva do sistema tem a influência das propriedades dos seus constituintes individuais mas tem suas próprias características macroscópicas
- c. Os sub-sistemas constituintes estão submetidos à constante influência dinâmica das propriedades destes componentes
- d. No sistema MCA existe instabilidade na evolução temporal de suas variáveis. Isso significa que certos resultados determinados são causados pela ação e intenção de elementos de forma praticamente aleatória.
- e. O sistema MCA é um sistema em constante movimento (Dinâmico - A teoria de sistemas dinâmicos se baseiam em expressões passíveis de representações matemáticas).

No quadro 10 vemos as macro características dos sistemas complexos dinâmicos:

Sistemas complexos dinâmicos modelo fenomenológico de VAN DER WAALS	Modelos Complexo Aviação (MCA)
Muitos componentes que atuam produzindo efeito sobre todos os sistemas	Muitos componentes que atuam produzindo efeito sobre todos os sistemas
As Forças dos componentes são distintas e produzem efeito diferenciados no sistema	As Forças dos componentes são distintas e produzem efeito diferenciados no sistema
O sistema tem a propriedade de auto-organização	O sistema tem a propriedade de auto-organização
Apresentam permanentemente modificações com componentes em movimento	Apresentam permanentemente modificações com componentes em movimento
São modelos fenomenológicos	São modelos fenomenológicos
Inter componentes	Inter componentes
Ocorrência em toda natureza	específico
O sistema apresenta Interações fortes e Interações fracas entre os componentes	O sistema apresenta Interações fortes e Interações fracas entre os componentes
Os componentes podem ser diferenciados	Os componentes podem ser diferenciados
A proximidade dos componentes influencia as interações de forma calculável	A proximidade dos componentes influencia as interações mas pode haver dificuldade de cálculo
A organização se dá a custa de consumo de energia (realização de trabalho).	A organização se dá a custa de consumo de energia (realização de trabalho).
Existem forças diferenciadas entre os componentes que são responsáveis pela aproximação ou afastamento destes	Existem forças diferenciadas entre os componentes que são responsáveis pela aproximação ou afastamento destes
Alguns casos estas forças só existem pela proximidade	Alguns casos estas forças só existem pela proximidade

Quadro 10 - Características dos sistemas complexos de Van Der Walls e o MCA.
Fonte: desenvolvido pelo autor (2008).

Estas similaridades observadas nos dois modelos reforçam o enquadramento de características de sistemas complexos observados nas bases teóricas apresentadas para sistemas desta natureza que fundamentam a construção do modelo MCA.

Como definição de SISTEMA podemos reproduzir esta, que é de domínio público³²⁶:

“Um conjunto de partes coordenadas e relacionadas com um objetivo comum”

O sistema **MCA** pode ser figurado como uma congregação de áreas de conhecimento abaixo descritas que sintetizam os saberes (disciplinas *componentes*) que o limitam e o

³²⁶ Definição de James Martins, 1980 e Mario Monteiro, 1990 ambos conhecidos profissionais de informática.

compõem. Estas áreas representadas no sistema por vetores de influência atuam dinamicamente, interativamente, relacionalmente com um indivíduo que trabalha inserido em uma profissão de risco³²⁷ na qual se estruturou um sistema complexo, dinâmico, com equacionamento de previsibilidade quase sempre difícil, e de comportamento cuja matematização e representação polinomial resultam em expressões similares a equações não lineares. As ciências que compõem o sistema podem ser integradas metaforicamente por uma esfera que congrega:

- a) Ergonomia e fisiologia
- b) Contexto jurídico, trabalhista, social
- c) Saúde do trabalhador
- d) Tecnologia da informação, computadores embarcados e comunicação

A Figura 125 mostra a evolução diagramática para a representação do sistema MCA.

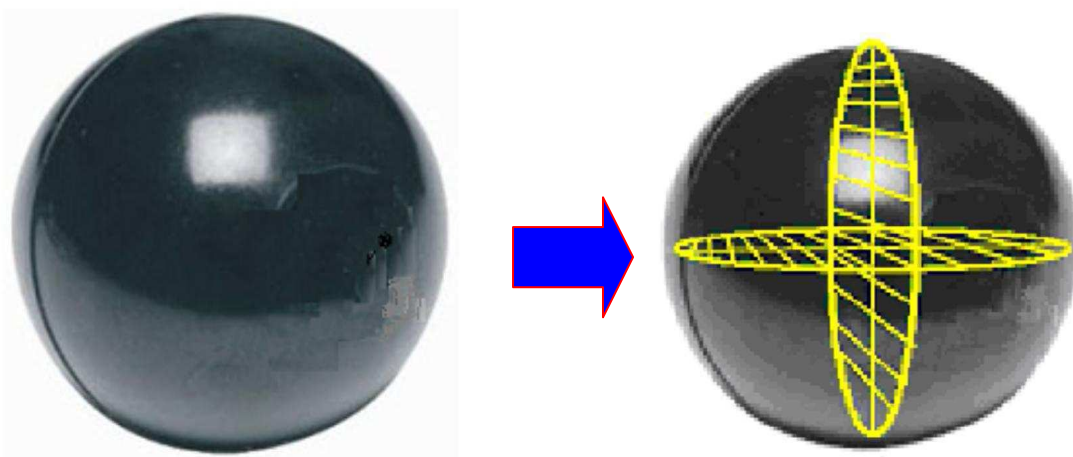


Figura 125 - A “esfera” que aloja os limites do sistema MCA e, internamente, as quatro semi-esferas que fragmentam os quatro planos representativos das disciplinas que o permeiam.

Fonte: elaborada pelo autor (2009)

³²⁷ O início das lutas pela aposentadoria especial começou em 1956. Uma série de estudos e considerações foram realizadas, nesta mesma época, em todo mundo. Após inúmeras batalhas a Lei no 3.501, de 21 de dez. de 1958, regulamenta a aposentadoria dos aeronautas. Por fim, a Lei no 3.807, de 26 de agosto de 1960, concedeu aos aeronautas o direito à aposentadoria especial "ao segurado que, contando no mínimo 45 (quarenta e cinco) anos de idade, tenha completado 25 (vinte e cinco) anos de serviço" (PALMA, 2002).

Finalmente, podemos ver na figura 126, representativamente, os quatro macro-componentes do sistema complexo que atua na profissão do piloto em aeronaves altamente automatizadas.

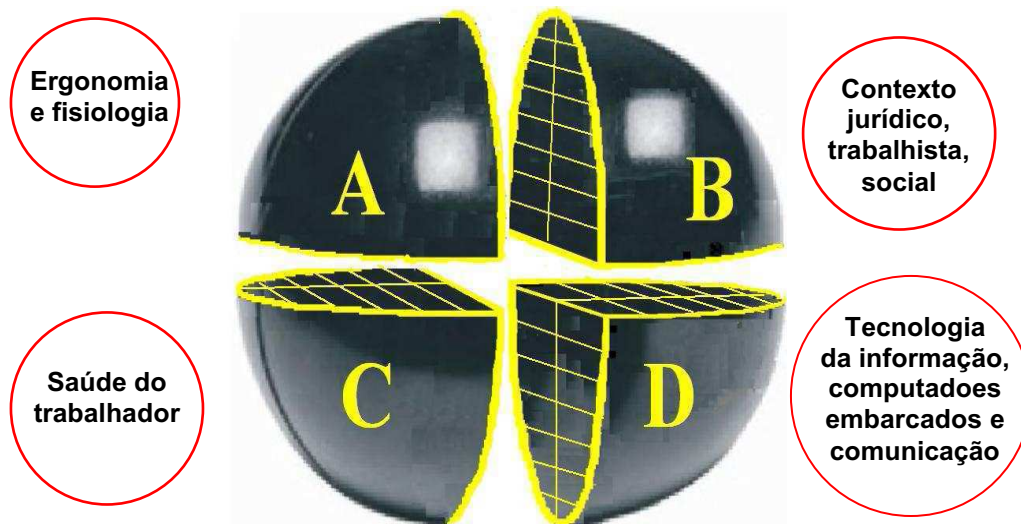


Figura 126- O diagrama do sistema MCA, complexo dinâmico e não linear e fechado, que tem quatro partes
Fonte: elaborada pelo autor (2009)

Inserido neste sistema complexo, que tem perfil de estudo pluridisciplinar, está o mundo real do aeronauta sendo permanentemente transformado pelas tensões positivas e negativas exercidas pelos gradientes representativos dos sub-componentes desta “esfera” metaforizado pela figura 127.

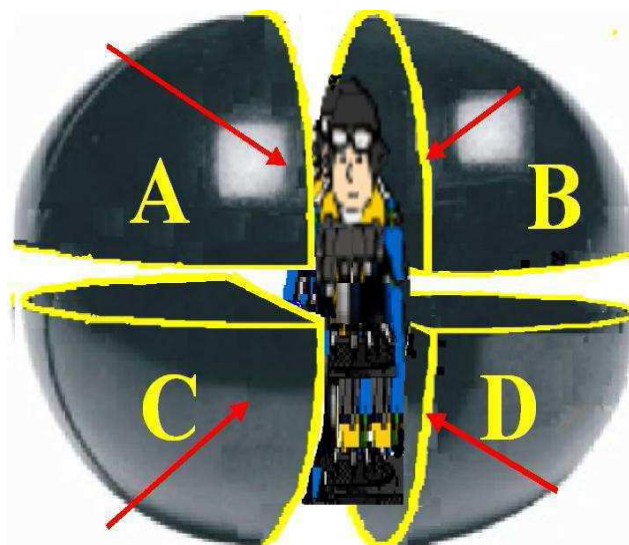


Figura 127 – O sistema MCA em ação.
Fonte: elaborada pelo autor (2009)

Estes gradientes ou tensores são, por exemplo, a sobrecarga cognitiva no piloto gerada pela exigência do aumento do estado de monitoração em cockpits de aeronaves altamente automatizadas ou simples necessidade de melhoria salarial ou mesmo a imposição do empregador e/ou de uma empresa e/ou do fabricante em homologar a pilotagem com um freio aerodinâmico travado (este último como no caso do voo Tam acidentado em Congonhas, com o “reverso travado”). A figura 128 representa esta situação, polarizando em cada sub-esfera, os vetores correspondentes àqueles tensores (componentes).

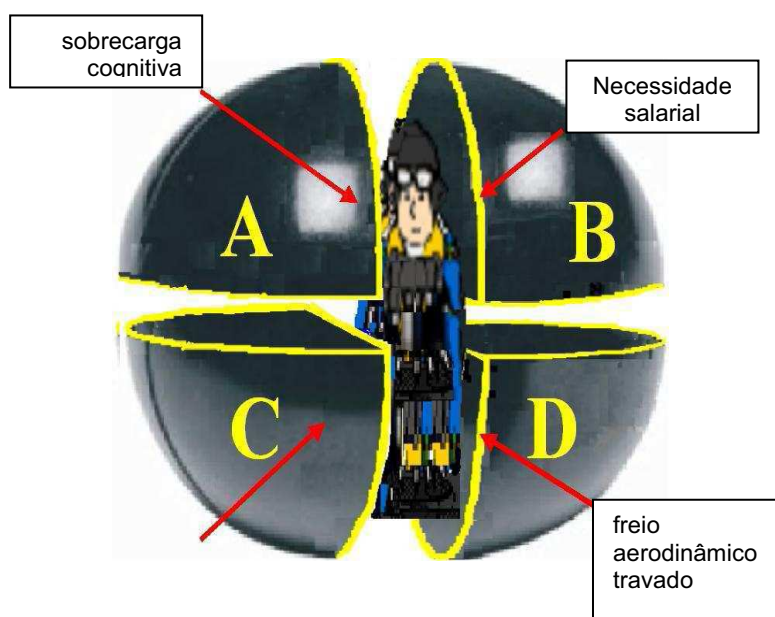


Figura 128 – Exemplos de componentes que são tensores agindo
Fonte: elaborada pelo autor (2009)

Podemos ser levados a acreditar que estes “vetores” tendem a influenciar negativamente ou positivamente na saúde do piloto e este pode não ter o desempenho apropriado esperado na pilotagem de uma aeronave carregada as vezes com centenas de de passageiros, transportando milhares de litros de combustível altamente inflamável sobrevoando áreas densamente povoadas. Esta amostra será buscada em registros oficiais feita pelos principais órgãos de investigação de acidentes com aeronaves em todo mundo . Desta forma vamos analisar se os descritores componentes da cada disciplina (area do saber) tem relação com cada análise.e desta forma correlacionar e verificar as ocorrências mais significativas. Uma outra apuração vai verificar em que medida as quatro superfícies da semi-esfera está condicionando efetivamente a ocorrência de acidentes com aeronaves. Estes estudos estão em sintonia com a declaração da hipótese formulada nesta tese .

10.4.1 O enquadramento dos sub-componentes no modelo

Cada sub-esfera representa um conjunto de sub-componentes que podem ter, unitariamente, influencia na vida do aeronauta ou resultou em causalidades de acidentes e incidentes na aviação. Ao analisar ocorrer um acidente, procuraremos, identificar se cada um destes vetores tiveram influência direta como componente de causalidade. Um formulário será criado para serem assinalados toda codificação necessária de modo a registrar os parâmetros que estarão associados à fragmentação dos dados representativos em cada “semi-esfera” do MCA. Podemos ver na figura 129, representativamente uma semiesfera da área D, por exemplo (Tecnologia da informação, computadores embarcados e comunicação)

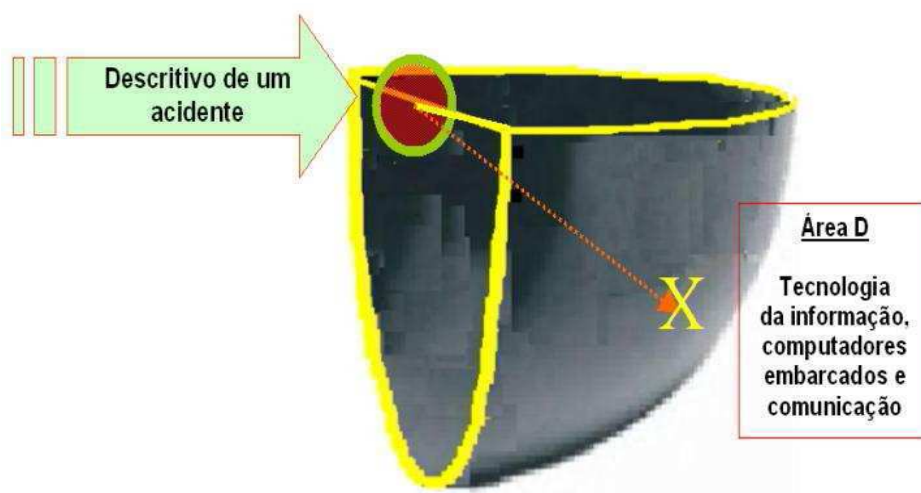


Figura 129- A representação da semiesfera correspondente à área D. A conexão de um componente X que teve influência em um acidente.

Fonte: elaborada pelo autor (2009)

Desta forma, ao analisar uma situação de risco, incidente ou acidente, poderemos ter projetados todos os vetores causais representacionalmente todos os vetores causais no âmbito da esfera. Ampliando o exemplo acima, teríamos de forma representacional relações causais ou influentes nas quatro superfícies (figura 128).

10.4.2 Os componentes do MCA (Modelo Complexo da Aviação)

As características do modelo e da aplicação do sistema MCA:

1. Um modelo aberto pluridisciplinar de análise de acidentes aéreos.
2. Um sistema complexo, dinâmico não linear para estudo e análise de comportamento, vulnerabilidade e riscos do piloto em aeronaves altamente automatizadas na aviação civil no Brasil.

Podemos visualizar metafóricamente no diagrama da figura xx, que o piloto está submetido à resultante das tensões constantes das quatro semi-esferas que simbolizam os conjuntos de áreas que exerçam mais influência neste trabalhador. Mas como isolar os recortes importantes para enquadramento de nossa hipótese? (página 29). Foi realizado um trabalho de tentativa e erro, onde os sub-componentes foram agregados (e eventualmente abandonados), dependendo de sua real importância no sistema à medida que foi ajustado e refinado todo o modelo. A pesquisa foi feita em dois cenários complementares:

- 1) Cenário 1- Uma pesquisa qualitativa – conduziu a uma análise de discurso realizada com pilotos seniores que responderão a um questionário específico. Esta parte do trabalho servirá para refinar os parâmetros integrantes dos segmentos A, B, C e D: sistema MCA. (vide “esfera-sistema”, Figura 128).
- 2) Cenário 2- Uma pesquisa quantitativa foi realizada utilizando os registros de acidentes publicados pelas principais organizações em todo mundo, responsáveis por investigação e análise de acidentes na aviação. Estas entidades produzem fontes de dados que são os registros de acidentes e incidentes detalhados:
 - 1) CENIPA- Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (BRASIL).
 - 2) SIPAER- Serviço de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (BRASIL).

- 3) CNPAA- Comitê Nacional de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (BRASIL).
- 4) FAA (Federal Aviation Administration) – (Estados Unidos da America).
- 5) SERAC- Serviço de Controle de Aeronaves da Aviação Civil- Min.Defesa (BRASIL) (Atual ANAC- Agência Nacional de Aviação Civil).
- 6) SNPAA- Serviço Nacional de Proteção ao Vôo (BRASIL).
- 7) National Transportation Safety Board (Estados Unidos da América).
- 8) CAA / NZ- Civil Aviation Authority of New Zeland (Nova Zelândia).
- 9) TSB- The Transportation Safety Board of Canada (Canadá).
- 10) AVIATION SAFETY NETWORK - fundação de apoio à prevenção de acidentes possuindo um bem estruturado banco de dados de acidentes(Estados Unidos da América)³²⁸.

O diagrama 1 apresenta a modelagem do sistema MCA (Modelo Complexo da Aviação):

³²⁸ I) *A Aviation Safety* 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.

II) *As seguintes fontes de registros 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 World Airline Accident Summary (CAP-479) / Civil Aviation Authority (CAA)*. - London : CAA. - 2 umes [*Airclaims Ltd*. - ISSN 1366-6800]

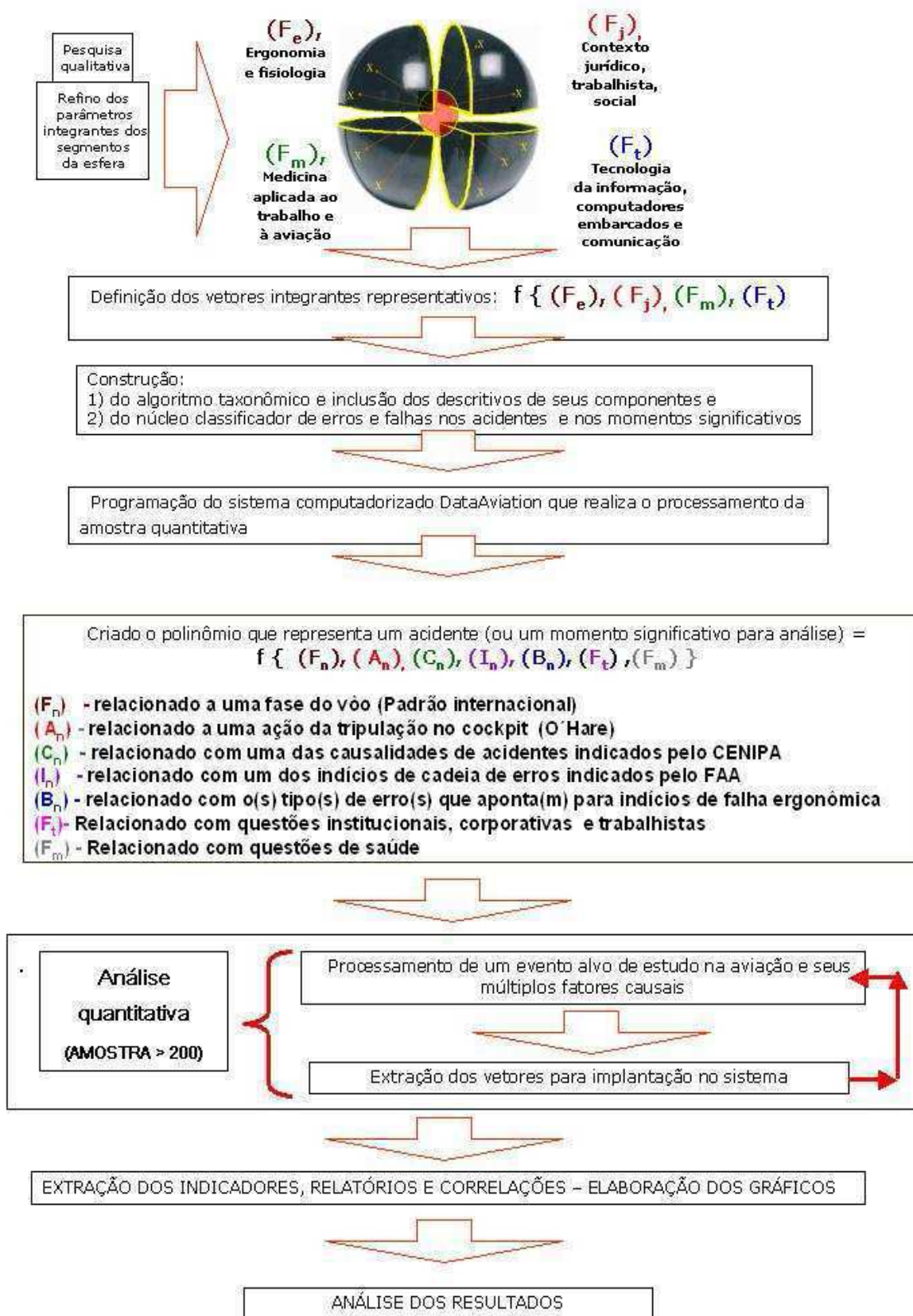


Diagrama 1- Modelagem do sistema MCA
Fonte: Diagrama elaborado pelo autor (2009)

Utilizamos um sistema de computador desenvolvido pelo autor na ocasião da obtenção do grau de Mestre, que permite realizar amplas correlações e combinações de vetores. Esta 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. Será muito útil para os estudos desta tese com alguns ajuste e com um trabalho de programação para ampliação da capacidade processual. 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 permeiam a má qualidade de vida profissional e conduzem a acidentes, combinados de diversas formas, conforme descreveremos os detalhes, mais adiante, na parte que descreve este sistema. Também viabiliza o cruzamento do grande número de variáveis tratadas pelo estudo. Realizar de forma manual a combinação de condicionantes se tornaria quase inviável ou muito demorada. Este sistema é chamado Aviation DataBase. A sua operação detalhada está descrita mais adiante, a partir da página 454.

Muitos mapas-produto puderam ser produzidos pelo sistema além da geração de alimentar um mapa resumo onde todos os números do estudo de possíveis condicionantes são sumarizados, na fase final. Este mapa apresenta de forma correlacionada diversos fatores componentes de causalidades de acidentes gerados por aspectos originados em saúde-doença, aspectos de falhas como resultado de leis trabalhistas.

10.4.3 Obtenção dos sub-componentes parâmetros para análise

As características dos descritores das sub-esferas enquanto macro-componentes de um sistemas complexos e dinâmicos são:

Fenomenologia e premissas

- (a) A fenomenologia dos sistemas complexos e dinâmicos é o alvo do estudo
- (b) As previsibilidades de comportamento não são precisas

- (c) Este sistemas apresentam contínua mutabilidade morfológica motivada por variação de forças e atratores que geram influencias entre componentes
- (d) Interações entre os componentes
- (e) As diferenças de sistemas complexos dinâmicos em toda a natureza
- (e) Os sistemas de vetores influentes enquanto sistemas complexos dinâmicos
- (f) As interações só ocorrem devido às características de força dos componentes
- (g) Há uma efetiva variação na atratividade quando se aproximam os componentes
- (h) Os componentes podem ter atratividades ou repulsão
- (i) As espectativas e estudos não contemplam todas as situações
- (j) Existe dificuldade em matematizar a previsão de resultados
- (l) Existe efetivamente uma influência exercida pelos componentes próximos através de uma interação entre qualquer par de componentes
- (m) O ambiente pode deformar ou alijar forças atratoras significantes
- (n) Pode-se identificar as características dos elementos componentes

Perfil do sistema MCA:

(MCA) Modelos Complexo Aviação
Muitos componentes que atuam produzindo efeito sobre todos os sistemas
As Forças dos componentes são distintas e produzem efeito diferenciados no sistema
O sistema tem a propriedade de auto-organização
Apresentam permanentemente modificações com componentes em movimento
São modelos fenomenológicos Inter componentes
É específico
O sistema apresenta Interações fortes e Interações fracas entre os componentes
Os componentes podem ser diferenciados
A proximidade dos componentes influencia as interações mas pode haver dificuldade de cálculo
A organização se dá a custo de consumo de energia (realização de trabalho).
Existem forças diferenciadas entre os componentes que são responsáveis pela aproximação ou afastamento destes Alguns casos estas forças só existem pela proximidade

Quadro11- O perfil da *esfera* MCA.
 Fonte: elaborado pelo autor(2009)

10.5 A operacionalização da pesquisa

Precisamos entender, inicialmente, o que procurou-se neste trabalho: obter uma análise ampla e sistêmica das conseqüências na saúde do trabalhador embarcado de um determinado momento significativo. Mas o que é um momento significativo?

Podemos e devemos pluralizar este chamado momento significativo, objeto de análise, olhando de forma particular um piloto ou TODOS os profissionais que estão submetidos a situações que podem ser consideradas amplas e generalizadas na ótica fisiológica, trabalhista, familiar, ergonômica e emocional no campo de trabalho destes trabalhadores. Mas também devemos, para efeito de caracterização de uma tipologia sistêmica, analisar situações críticas de acidentes onde os conceitos de saúde são expostos ao nível extremo de perdas de vida ou de situações tensionadas que provocaram ou provocam agravos significativos ao trabalhador da aviação embarcado que poderiam, como fruto das conclusões desta tese e destas análises gerar algum benefício científico para criar e determinar no meio aeronáutico, regras diferentes e cuidados e melhorias na saúde destes trabalhadores.

10.5.1 A construção- uma representação polinomial das Semi-esferas

Serão categorizados e inseridos no sistema para o processamento de correlacionamentos.e realização de estudos. Serão tratadas as seguintes disciplinas:

- Ergonomia (informacional, produtos, cognitiva)
- Cognição, linguagem,
- Inteligência artificial, comunicação de dados e computadores embarcados
- Educação/ Informação / Comunicação (aprendizado, significações, transmissão)
- Engenharia de produção (gestão do trabalho, engenharia de produto)
- Saúde (saúde do trabalhador, epidemiologia, aplicações, prevenção, terapias)

Uma representação polinomial agregará os componentes A, B, C e D descritos anteriormente conforme vemos na figura 130a. Um momento significativo significa obter vetores nos diversos planos. Estes significantes são função conjugada de um polinômio que congrega os condicionantes que sistematizam um personagem em estudo, no caso o aeronauta em determinado momento de estudo. Por exemplo, obter um mapa vetorial que permita a visualização das tensões agindo em um piloto em um determinado acidente.

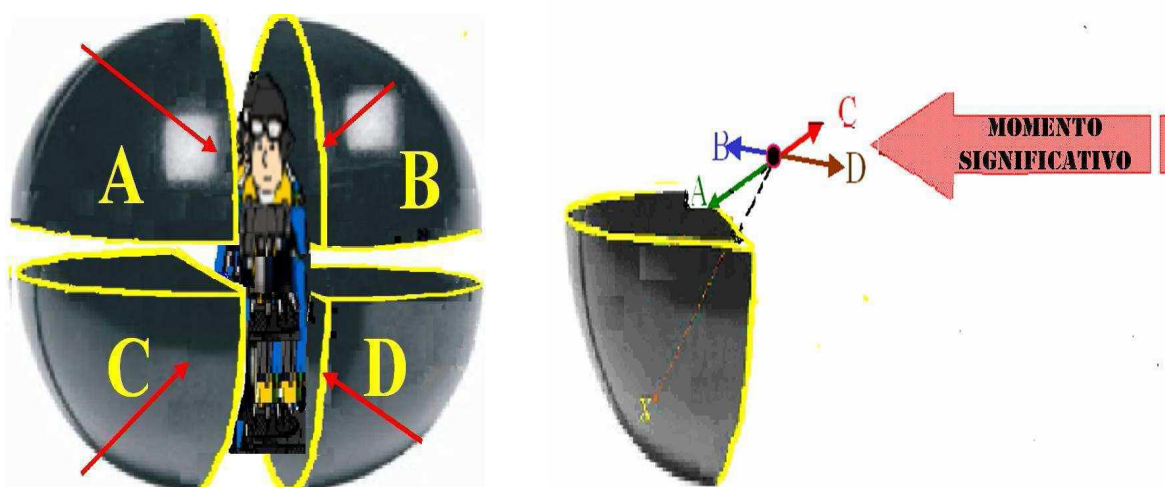


Figura 130a- Os tensores que agem em um piloto e Figura 130b- as projeções vetoriais de um momento significativo nas semi-esferas representam um polinômio.
Fonte: Diagrama elaborado pelo autor (2009)

Uma expressão que chamamos **MOMENTO SIGNIFICATIVO** é uma representação que indica uma situação que tem significação para a profissão de piloto de forma geral (ou mesmo de um acidente) e é uma função ($f()$) integrada pelos componentes com efetiva influência segundo as áreas das semiesferas metafóricamente apresentadas na figura 130:

- (F_e)**, – Vetores relacionados com a área {**Ergonomia e fisiologia**}
- (F_j)** - Vetores relacionados com a área {**Contexto jurídico, trabalhista, social**}
- (F_m)** - Vetores relacionados com a área {**Medicina aplicada ao trabalho e à aviação**}
- (F_t)**- Vetores relacionados com a área {**Tecnologia da informação, computadores embarcados e Comunicação**}

$$\text{Momento significativo} = f \{ (F_e), (F_j), (F_t) (F_m) \}$$

Funtowicz e Ravetz (1984, 1993), ao argumentarem sobre a necessidade de uma nova ciência, por eles denominada como *Ciência Pós-Normal*, “as metas do novo conhecimento científico já não mais residiriam na busca de verdades instrumentais e na conquista da natureza, mas sim na necessidade de uma relação harmoniosa entre a humanidade e a natureza”. Esta proposta caracteriza-se pela busca de uma interação mais ativa entre conhecimento e ignorância – definida como uma situação onde não se sabe nem o que não se sabe –, e a aceitação de outras abordagens que não as científicas e de igual importância, através do que denominam de comunidade estendida de pares, vem se constituindo como elemento central das novas estruturas intelectuais e práticas sociais de uma nova ciência, onde o saber e a participação dos trabalhadores e comunidades passam a ser efetivamente incorporados

A construção da matriz multidimensional MCA

O quadro 12 mostra as características dos componentes e sua presença sistêmica

COMPONENTES				
	(F_a) – Ergonomia e fisiologia	(F_b) – Contexto jurídico, trabalhista, social	(F_c) – Medicina aplicada ao trabalho e à aviação	(F_d) – Tecnologia da informação, computadores embarcados e comunicação
características dos elementos componentes				
• Atratividade	sim	sim	relativo	sim
• Repulsão	sim	sim	sim	sim
• Dispersão	sim	sim	sim	sim
Densidade ou dispersão do meio	sim	sim	não	sim
• Facilidade de se modificar	sim	não	não	sim
• Mudanças de estrutura	sim	sim	sim	sim
▪ Catalizadores que modificam características da atração e de influência	sim	sim	sim	sim
• Forças estruturais conjuntas	sim	sim	sim	sim
▪ Facilidade de combinação morfológica	sim	sim	relativo	relativo

Quadro 12- As características dos componentes e sua presença sistêmica.

Fonte: Quadro elaborado pelo autor (2009)

10.5.2 A construção de um algoritmo taxonômico e os descritivos de seus componentes

O núcleo do algoritmo define a convergência dos vetores do conjunto sistêmico da esfera MCA. A figura 131 representa a esfera e seu núcleo:

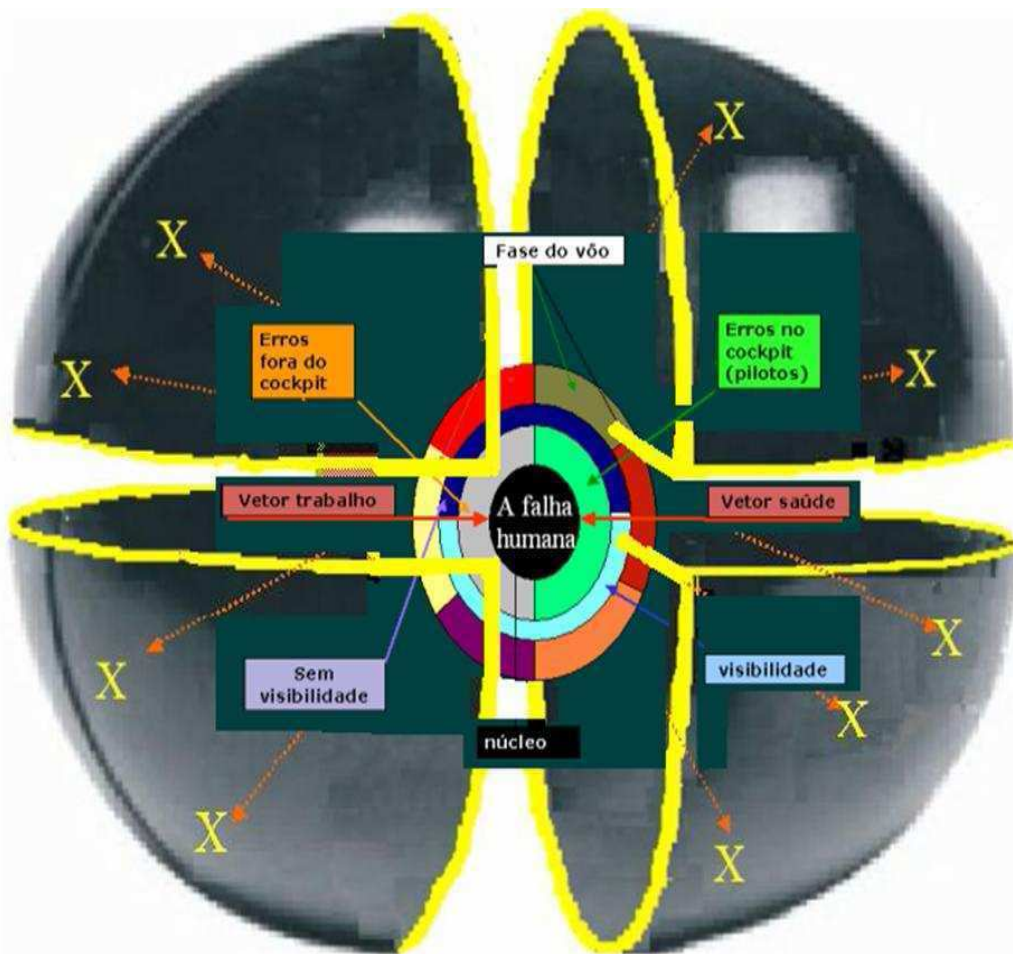


Figura 131- O núcleo da esfera MCA (Modelo Complexo da Aviação) e os vetores que o pressionam.
Fonte: Diagrama elaborado pelo autor (2009)

Em nosso modelo foram evidenciados que, na investigação dos acidentes e incidentes, a pressão das empresas, a grave dissociação do trabalho prescrito com o real, a distorção dos preceitos de segurança do transporte aéreo (com reflexos no cumprimento das regras trabalhistas) e os processos sociais (problemas familiares e pessoais) são secundarizados e na maioria das vezes ocultados. Essa condução generalizada de culpabilização do piloto pelo acidente é uma ideologia geral nas relações capital versus trabalho onde de modo geral é

denominado de ato inseguro (erro humano) descaracterizando as condições imperfeitas do trabalho e do contexto de vida do trabalhador reduzindo as falhas às atitudes do piloto.

Podemos dizer que há um paradoxo entre o impacto real que um acidente aéreo causa na sociedade e os métodos que são utilizados para investiga-lo, que se resume a uma taxonomia reducionista de árvore de causas que não dialogam, que ao final, pouco contribuem para a tomada de medidas preventivas. Com a sofisticação cada vez maior das tecnologias da aviação e de sua percepção social de processos “*clean*” e infalíveis, com uma sedução geral por esse meio de transporte leva a uma tendência a resumir os processos investigativos a “causas simples” reducionistas que resultam em posturas alienantes.

No entanto, o número de mortos com frequência é significativamente grande em cada acidente e estes tem sido cada vez mais divulgados pelas mídias, que deveria fazer uma pressão para a mudanças de métodos de investigação e prevenção, favorecendo a melhoria das condições de trabalho do piloto. Mas estas não sabem, cientificamente, onde pressionar.

O núcleo da esfera traduzido em um algoritmo taxonômico

Considerou-se, para a base do desenvolvimento do nosso método um algoritmo³²⁹ que tem a origem nas características dos erros humanos segundo Rasmussen (1977). O quadro de habilidade-regras-conhecimento (SRK-skill, rules, knowledge). Este quadro é dirigido, 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

³²⁹ Aplicado na pesquisa aplicada na produção de nossa monografia durante o mestrado

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 . 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 do quadro 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. Os estudos de O'Hare et al. (1994) indicavam 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, enquadrámos as causalidades dos acidentes onde foram mapeado os eventuais indícios de erros ergonômicos nas categorias enquadradas pelo algoritmo, como resultado das análises dos registros de acidentes aéreos que foram tratados, utilizando um fluxo apresentado pelo diagrama estruturado através de um algoritmo para classificação dos acidentes conforme o diagrama apresentado. Este desenvolvimento do método utilizou duas vertentes:

1. A busca e classificação de dados
2. Elaboração de um algoritmo de classificação de erros, que teve como base:
 - a. O algoritmo taxonômico de Rasmussen
 - b. O trabalho desenvolvido por O'Hare (1994) e Nigel (1998) 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 vôo do Centro Nacional de Investigação e Prevenção de Acidentes e da Federal Aviation Administration
- d. As fases de um vôo 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 serviram 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 .

Foram incluídos os indicadores de origem de uma cadeia de erros da Federation Aviation Administration , do National Transportation Security Board, ambos dos Estados Unidos e os indicadores de causalidades de acidentes do Centro Nacional de Investigação e Prevenção de Acidentes (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 vôo, com os fatores e com os indícios que conduziram aos acidentes, mapeando e quantificando as origens e extraindo 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 que conduzem a acidentes na aviação como:

- 1. Erros dentro do cockpit³³⁰**
- e
- 2. Erros fora do cockpit**

³³⁰ *COCKPIT-Local onde se estabelece o posto de trabalho dos pilotos de avião*

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

Descritivos dos componentes do algoritmo taxonômico:

Grupo1- Causalidades de acidentes (classificação atribuída pelo Centro Nacional de Investigação e Prevenção de Acidentes)

De acordo com o Centro Nacional de Investigação e Prevenção de Acidentes (Brasil) e com os órgãos norte americanos American Safety e National Transport Safety Board - Estados Unidos), existem 12 grupos de causas de acidentes. A lista original de 12 tipos de erros definida pela Centro Nacional de Investigação e Prevenção de Acidentes 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

Grupo 2 -Indícios reveladores de uma cadeia de erros (classificação atribuída pela Federal Aviation Administration)

Segundo o Federal Aviation Administration, 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 conexos de condicionantes negativos. 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 conseqüente 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**

Grupo 3- Tipo de erro- núcleo do Algoritmo taxonômico (classificação atribuída por O'Hare)

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 serviram 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 puderam ser obtidos, uma vez relidos sob ótica sistêmica transcendendo a busca por causalidades e culpados, como é o usual nas investigações de acidentes aéreos. O nosso algoritmo anexou a este trabalho de O'Hare, uma continuação natural no trabalho de classificação, permitindo uma seqüência 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 por este autor para ampliar as possibilidades de classificação de falhas, 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 por este autor para ampliar as possibilidades de classificação de falhas, 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

10.5.3 Uma maneira mais ampla de investigação de causalidades e para classificar as falhas e erros nas investigações de acidentes na aviação

Novos grupos que representam perspectivas de erro foram acrescentados por este autor para ampliar as possibilidades de classificação de falhas após um estudo da amostra piloto que indicou que as alternativas em uso não supriam as necessidades que permitissem 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 : (Os nomes atribuídos às perspectivas de estudo são os utilizados internacionalmente e foram mantidos nos reportes)

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 forma de estudo de acidentes sob a perspectiva de analisar do vetor contributivo saúde do trabalhador encontra-se o fator mais importante da segurança de vôo 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 NATIONAL TRANSPORT SAFETY BOARD pela primeira vez rotulou a fadiga como fator causador de acidentes aéreos. O fator psicosocial 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 O quadro 12 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 comandos ?
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 voo 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	Sistêmico	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

Quadro12 - Classificação dos componentes do núcleo do algoritmo

Fonte: Elaborado pelo autor (2009)

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 132. 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.

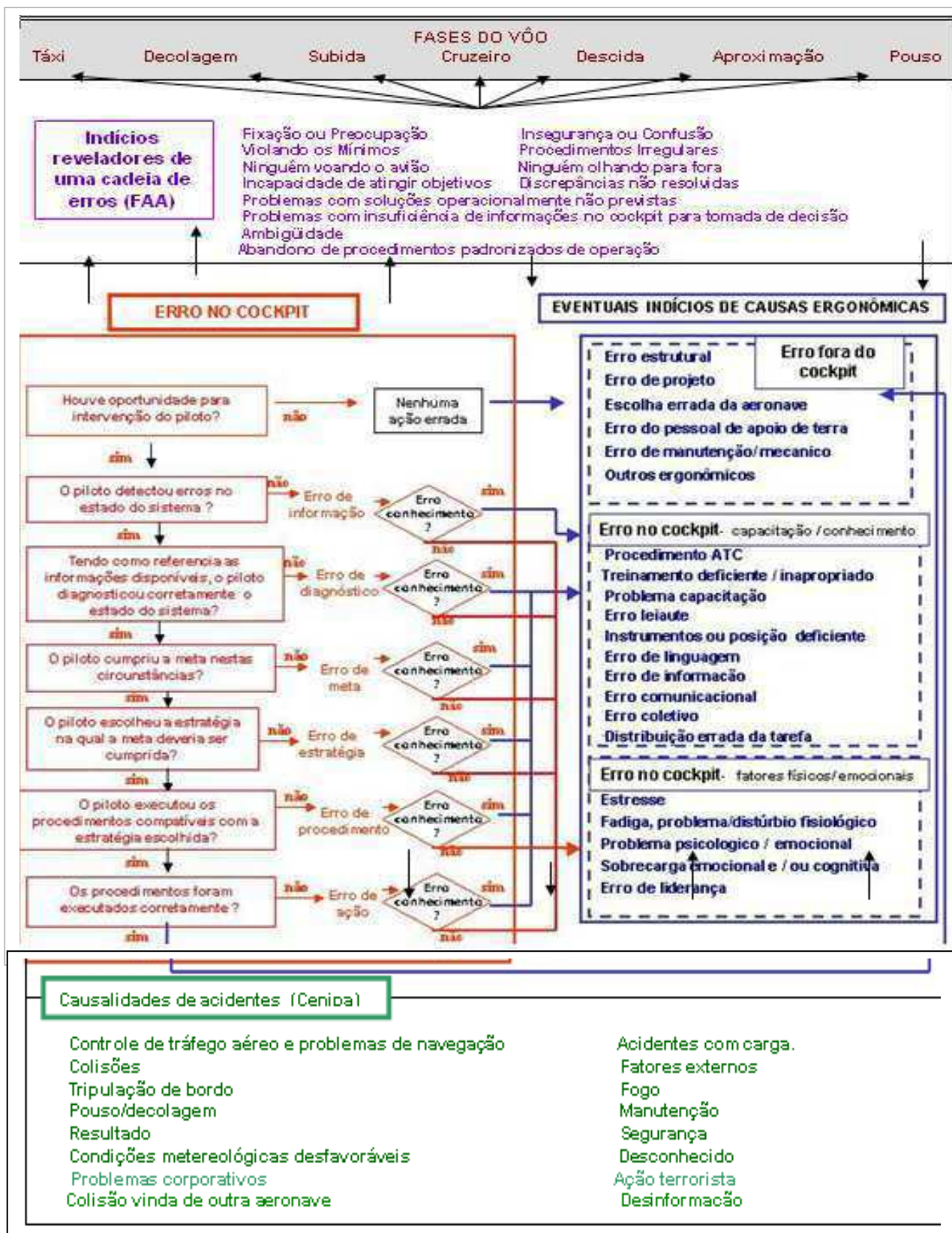


Figura 132- O núcleo do Algoritmo (taxonômico) classificador de erros e falhas nos acidentes.

Fonte: elaborado pelo autor (2005)

A Utilização deste algoritmo taxonômico para estratificação mais precisa das análises permitiu é prospectar correlacionalmente um grande número de variáveis, o que muitas vezes, se apresentam apenas como fragmentos de causalidades que contribuíram ou podem ainda contribuir para futuros acidentes na aviação ou que, às vezes, se apresentam mesmo, de forma muito clara mas que não são priorizados nos estudos convencionais.

Descritivos dos componentes do algoritmo taxonômico

Neste grupo (IV) colocamos foco no momento do acidente relacionado com a fase do voo (vide figura 133). Foram classificadas sete fases de um voo, segundo o consenso internacional aeronáutico com as descrições com significado amplo de cada etapa:

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 até o momento de 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 133) Depois da corrida na pista em que o avião
- já está no solo, na pista de pouso, o deslocamento até o estacionamento e a
- parada total da aeronave é considerado táxi.

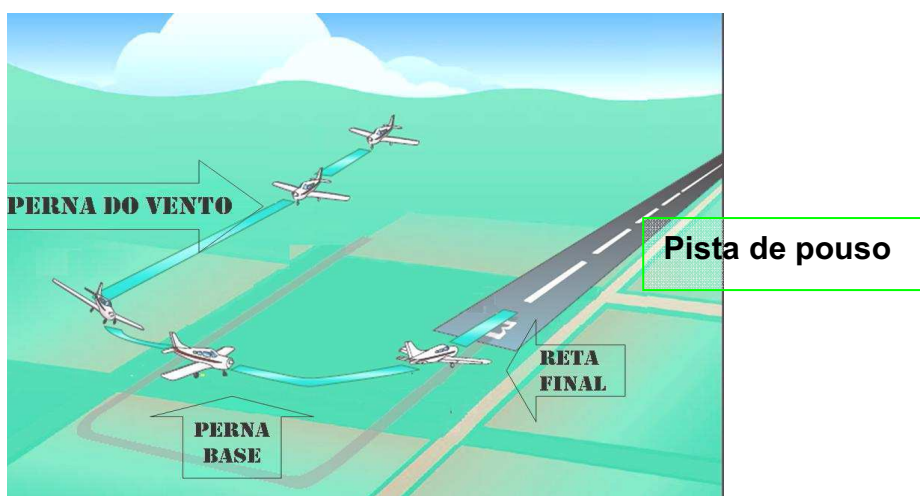


Figura 133- Apresentação dos trajetos na fase e segmentos que antecedem o pouso.
 Fonte: Figura montada pelo autor (2009)

As influências (vetores) do sistema trabalhista e da saúde que condicionam a vida sócio-profissional e a capacidade de trabalho do profissional embarcado em aeronaves.

Pressões trabalhistas tensionam e deformam a performance da operacionalização dos conhecimentos repercutindo na competência de aeronautas na execução de suas tarefas complexas. Estes vetores negativos se somam aos eventuais erros por usabilidade, por aspectos cognitivos ou outros fatores ergonômicos e que podem ter ocorrido dentro ou fora do cockpit.

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 primária³³¹ agregará os componentes I a V descritos anteriormente mais este componente VI.

Polinômio que representa um acidente (ou um momento significativo para análise = f {(F_n), (A_n), (C_n), (I_n), (B_n) (F_t) (F_m)}

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 Centro Nacional de Investigação e Prevenção de Acidentes
- (I_n) - relacionado com um dos indícios de cadeia de erros indicados pelo Federal Aviation Administration
- (B_n) - relacionado com o(s) tipo(s) de erro(s) que aponta(m) para indícios de falha ergonômica
- (F_t) - Relacionado com questões institucionais, corporativas e trabalhistas
- (F_m) - Relacionado com questões de saúde

O polinômio representativo

Uma expressão polinomial inicia a matematização dos fenômenos relacionados a acidentes com agravos na saúde dos aeronautas embarcados. A análise de um acidente é função de cada um dos condicionantes do quadro acima onde **n** indica o enquadramento do quadro 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

³³¹ O polinômio completo representará o sistema mais amplo na chamada esfera MCA.

estes dados e determinar outra tipologia de erros extraindo indícios de aspectos de usabilidade, agravos de saúde, focos ergonômicos e outros vetores 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 multidimensional³³², conforme descreveremos a seguir. Detalharemos toda esta representação em seguida a partir da figura 134.

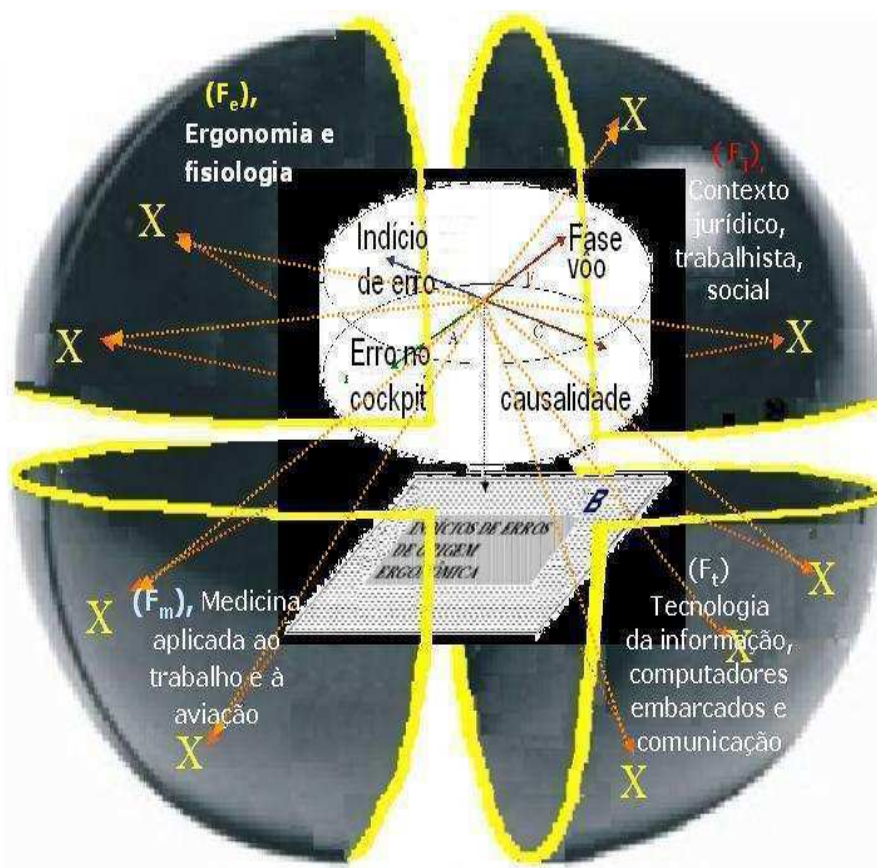


Figura 134- Diagrama representativo da função derivada do algoritmo taxonômico
Fonte: elaborado pelo autor (2009)

³³² 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 134.

Nesta figura, 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 taxonômica onde as quatro superfícies curvas que integram o semi-cilindro compõem as causalidades dos acidentes e o plano mais abaixo que representa a residência dos componentes vetoriais da esfera MCA. Detalharemos toda esta representação em seguida a partir da figura 135.

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 135. O ponto central indica a confluência dos componentes da função polinomial.

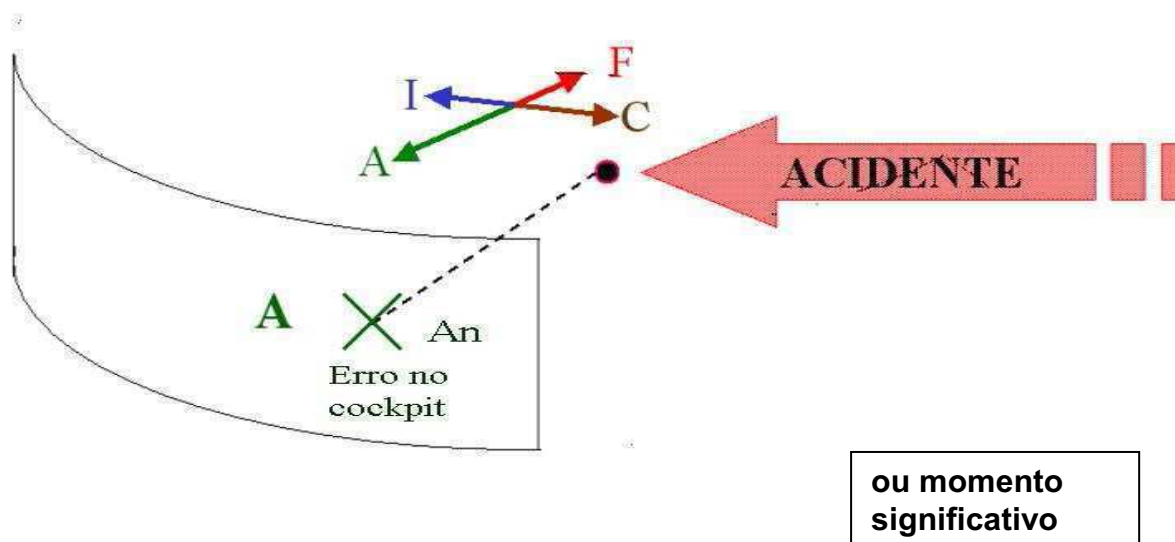


Figura 135- Uma causalidade/ origem de um acidente será representado por um ponto espacial com uma projeção coordenada específica em cada superfície integrando o que apresenta o algoritmo taxonômico.

Fonte: elaborado pelo autor (2009)

Representação espacial do mapeamento de um momento de análise ou de um acidente

Vê-se uma visão gráfica de um acidente apresentada na figura 136, 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 136.

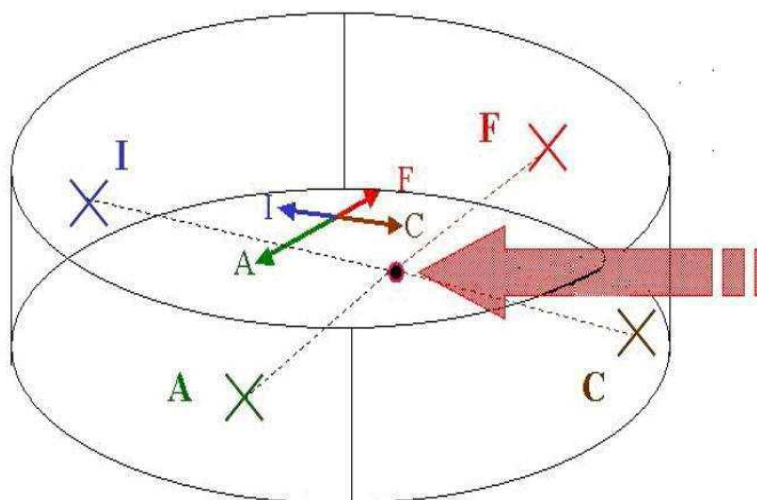


Figura 136- Um momento que inscreve, neste diagrama, uma função coordenada
 $f \{ (F_n), (A_n), (C_n), (I_n), (B_n), (F_t), (F_m) \}$
 Fonte: elaborado pelo autor (2009)

Finalmente vê-se na figura 137, 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.

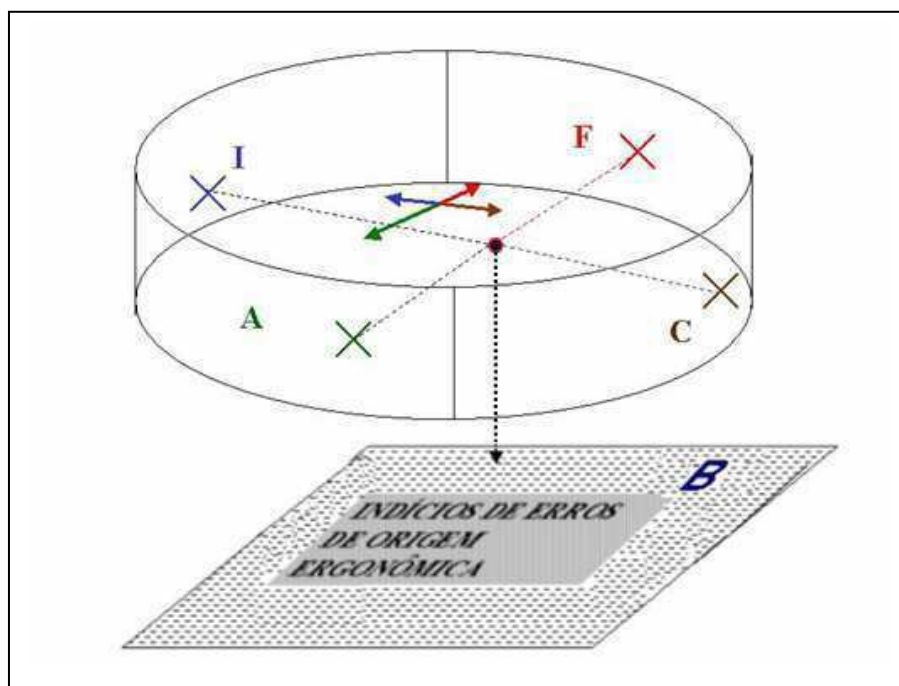


Figura 137- Esta função projeta uma eventual correlação com um índice de causa ergonômica no plano abaixo, agregando o fator B_n à função, compondo-a finalmente $= f \{ (F_n), (A_n), (C_n), (I_n), (B_n), (F_t), (F_m) \}$
 Fonte: elaborado pelo autor (2009)

As causalidades que integram este algoritmo são as indicadas no quadro 13 a seguir:

Eventuais indícios de causas ergonômicas	B_N
Grupo B	B_N
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 inapropriado / 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

Quadro13- Causalidades ergonômicas associadas a erros aeronáuticos
Fonte: Quadro elaborado pelo autor (2009)

As projeções nos planos de acordo com a especificidade de cada ponto do eixo correspondem ao componente do acidente, respectivamente, e irão compor um código lógico que permitirá múltiplas análises e correlações de confluências. Um diagrama que apresenta, finalmente, todo o trabalho de identificação de falhas, origens e erros observados em um momento significativo para análise ou da releitura do registro de um acidente aeronáutico está apresentado na figura 138, a tarefa de análise inicia o núcleo (em vermelho) e, em seguida,

são agregados os demais indicadores da função: $f \{(F_n), (A_n), (C_n), (I_n), (B_n), (F_t), (F_m)\}$ (representada na figura 138) e o algoritmo é percorrido extraindo os códigos representativos até que se obtenha um polinômio. 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.

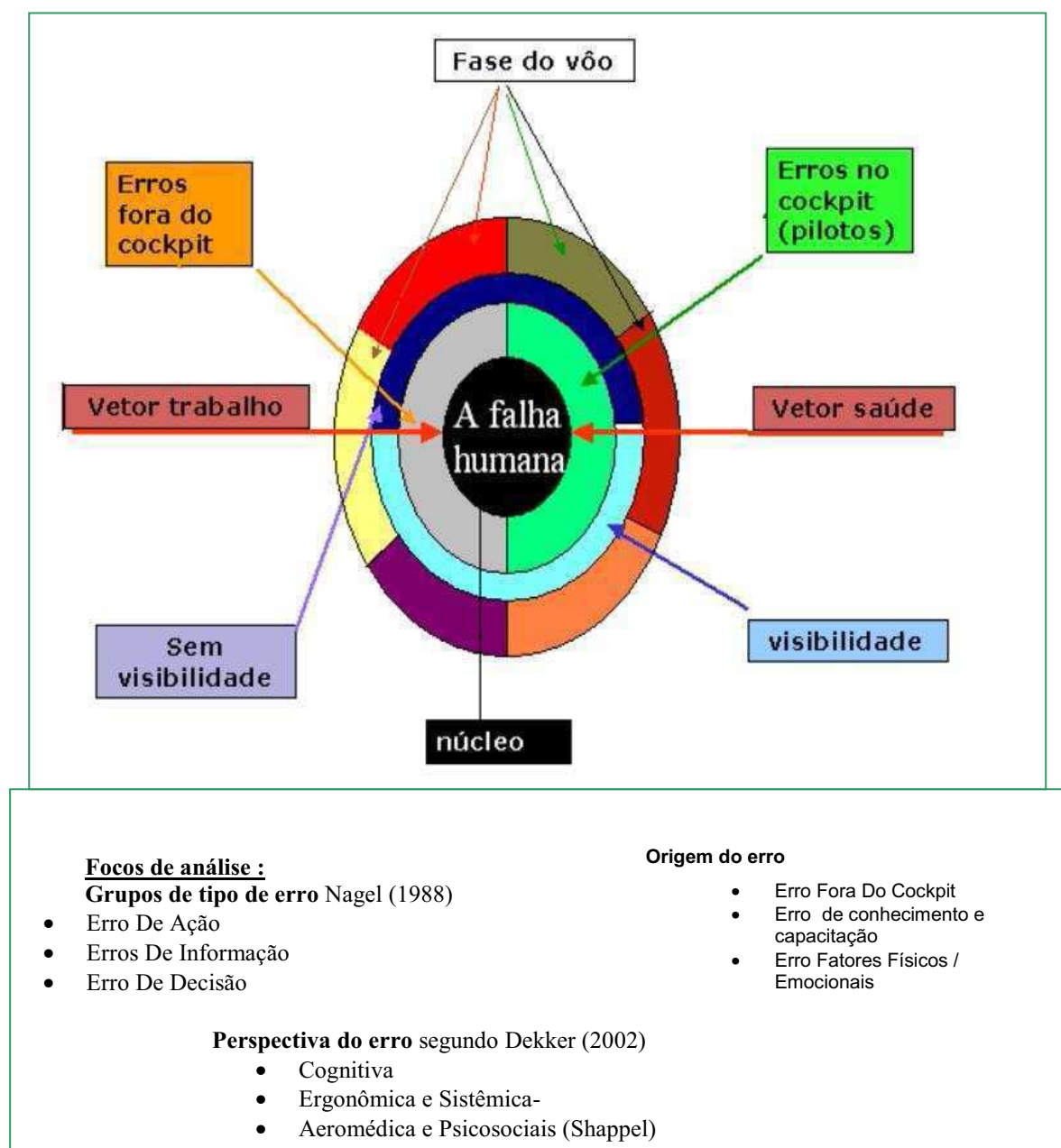


Figura 138- Navegação no Algoritmo completo para identificação de causalidades de acidentes aéreos. Diagrama representativo da análise de um acidente.

Fonte: elaborado pelo autor (2009)

Estes grupos e os componentes Saúde, Trabalho, Fase do Vôo, Índícios dos erros, Causalidades definem um conjunto de características de falhas e erros que se revelam ao se percorrer o fluxo de vetores que convergem ao núcleo do diagrama com os dados de um evento significativo ou de um acidente com aeronave. Vemos os vetores saúde e trabalho que influenciam e interagem com os outros tais como as partículas fractais no Movimento Browniano citados na nota 428. Este cenário de eventos e acidente pode eventualmente apontar para aspectos sistêmicos significativamente diferentes dos diagnósticos dos relatos oficiais como indícios de falhas e erros ergonômicos e influências patogênicas e trabalhistas. 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

A incompleição dos parâmetros de avaliação de causalidades

As quadro de classificação de erros das principais entidades de investigação mundiais são incompletas. Toda codificação referenciada na descrição do algoritmo e utilizada nesta pesquisa, para classificação dos erros e falhas nos registros de acidentes, está apresentada no quadro 14 a seguir. As classificações antigas de origens e indícios de cadeia de erros indicadas pela Centro Nacional de Investigação e Prevenção de Acidentes (Brasil), pelo National Transport Safety Board (Estados Unidos) e pela 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 no quadro 14, que estão identificadas pela cor vermelha no quadro 14, 15 e 16 e em itálico.

Ação errada da tripulação (Grupo baseado no algoritmo de O'Hare)	A
Grupo A	A0
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 aeromédicas e psicossociais</i>	A15

Quadro 14- Alterações (em vermelho) no grupo “Ação errada da tripulação (Baseado no algoritmo de O'Hare (1994))”

Fonte: Quadro elaborado pelo autor (2009).

Indícios reveladores de uma cadeia de erros (FAA) Grupo I	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

Quadro 15- Alterações (em itálico) no grupo “Indícios reveladores de uma cadeia de erros” (Segundo FAA)
 Fonte: Quadro elaborado pelo autor (2009)

Causalidades de acidentes (indicadores da CENIPA) Grupo C	C
Controle de tráfego aéreo e problemas de navegação	C1
Acidentes com carga <i>e ou porta de carga/ falha de dispositivos</i>	C2
Colisões (colisões no ar e no chão)	C3
Fatores por condicionantes externos, tesoura de vento, <i>raio Problemas meteorológicos graves</i>	C4
Tripulação de bordo – Drogas, álcool, 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 rumo 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 meteorológicas 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
<i>Desinformação - componente instalado sem esclarecimento de características operacionais</i>	C15
<i>Imprevisibilidade- Falta de avaliação de situações que conduzem a erros</i>	C16
<i>Imprevisibilidade – Avaliação errada devido à desinformação ou informação errada/incompleta</i>	C17
<i>Problemas corporativos- normas não apropriadas</i>	C18

Quadro 16- Alterações (em itálico) no grupo Causalidades de acidentes (Indicadores do Centro Nacional de Investigação e Prevenção de Acidentes)
 Fonte: Quadro elaborado pelo autor (2009)

Um dos condicionantes importantes na obtenção de resultados parciais foi viabilizado com o uso de um sistema de tratamento de dados (Aviation Database) totalmente desenvolvido pelo autor desta pesquisa. Este sistema permite correlacionar de diversas formas as variáveis extraídas dos registros de acidentes e de eventos e momentos com significado³³³ para os estudos, buscando características próprias tratando estes registros de forma única e sistêmica.

10.5.4 Sistema de apoio computadorizado– Aviation DataBase: Uma ferramenta de Prospecção

Uma ferramenta foi desenvolvida³³⁴ 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 situações significativas e de acidentes de aviação, objetos de estudo desta tese. Este sistema de computador foi construído para estruturar uma base de dados e possibilitar a elaboração de um grande conjunto de relatórios analíticos, que possibilitam uma visão integrada e sistêmica dos vetores que tensionam a vida do trabalhador embarcado³³⁵. Podemos viabilizar o cruzamento e a correlação de grande número de variáveis tratadas pelo estudo. Por exemplo, podemos citar a combinação de condicionantes para realizar a leitura de indícios de falhas cujos eventos tem um tensor pressionado pela Empresa relacionada com o acidente ou incidente. A análise sob o ponto de vista sistêmico 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 mapas resumo onde todos os números do estudo de possíveis causas de agravos na saúde do piloto

³³³ *O sentido de significado aqui assinalado não se refere ao contexto estatístico strictu, mas se posiciona no aspecto cognitivo onde uma relação de saber existente na mente do leitor serve de ancoradouro, enquanto modelo referencial prévio e se associa para compreensão, explicação, análise, avaliação e interpretação de fatos e percepções.*

³³⁴ *.. em uma linguagem fonte não gráfica- Fox e Assembler que permitiu um menor tempo programação e de operacionalização, além da larga flexibilidade de manipulação de dados. A pouca exigência de sistemas operacionais questão necessárias para o estabelecimento das correlações sistêmicas pretendidas foi igualmente importante porque o sistema permitiu um largo espectro de exportação de dados, promovendo o alinhamento dos caminhos necessários para geração de alguns gráficos estatísticos linguagens como Excel (@Microsoft). Outro ponto importante foi atender à necessidade de editar gráficos estatísticos com mais de duas e tres decimais que só foi possível com uma programação própria. Não houve intenção de converter a programação para uma linguagem gráfica porque não existe propósitos comerciais e a necessidade principal do software é atender o sentido prático do trabalho para a elaboração de mapas –produto e do tratamento de dados para conclusão de trabalhos acadêmicos (que o fez com excelência).Nota do autor.*

³³⁵ *como por exemplo, condicionantes que conduzem a acidentes onde podem ser combinados de diversas formas, conforme descreveremos os detalhes, mais adiante, na parte da tese que amplia a descrição deste sistema.*

são sumarizados, na fase final. Este mapa apresenta os diversos fatores componentes de situações que podem gerar agravos na saúde dos aeronautas. Os dados se referem a uma análise 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 diversas ordens, inclusive origem ergonômica a partir dos detalhes descritos nos registros dos acidentes.

O sistema de apoio

O sistema DataBase Aviation tem o propósito de administrar as informações, para montar e disponibilizar um banco de dados para ser utilizado como base para análise, cruzamento e extração da maior parte dos relatórios-produto previstos nesta tese. 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 139 apresenta a tela principal de entrada no sistema e a figura 140 o fluxo operacional.



Figura 139- A tela principal de entrada no sistema Aviation DataBase desenvolvido pelo autor.
Fonte: extraído do sistema em epígrafe (2010)

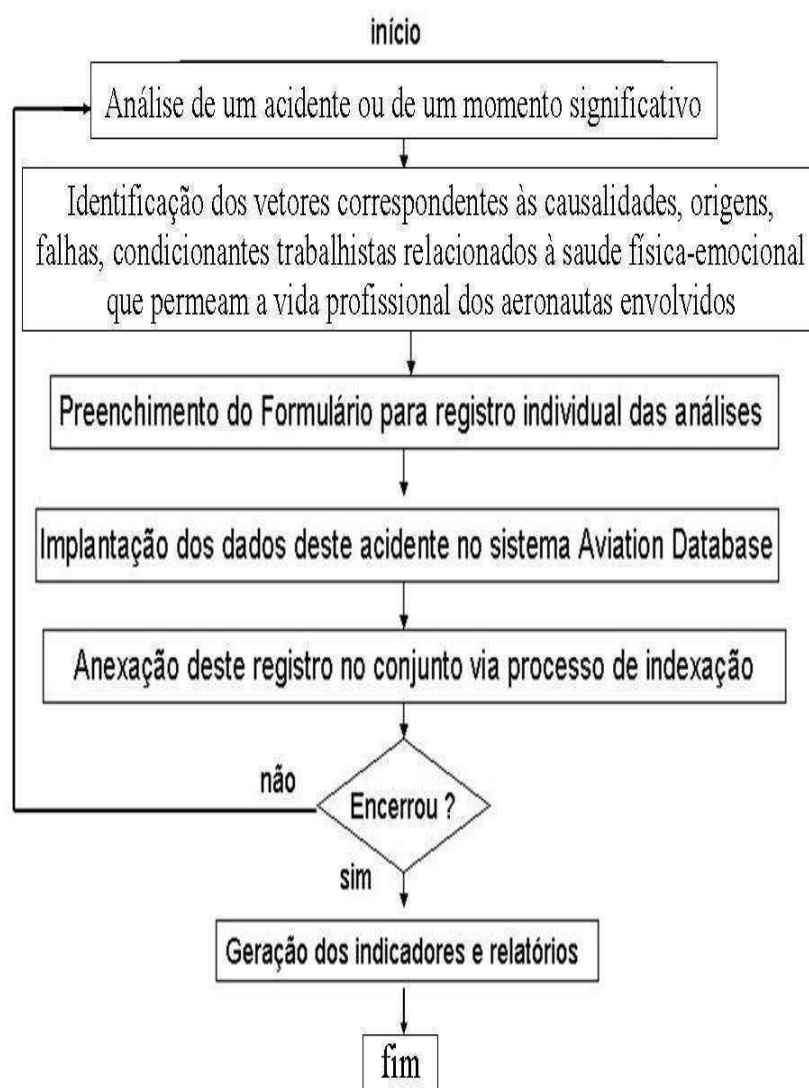


Figura 140- Fluxo de operações de uso do sistema Aviation Database
 Fonte: Elaborado pelo autor (2010)

A figura 141 apresenta a tela de entrada de dados de uma situação ou 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 do prefixo da aeronave já implantada, 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 == >

Figura 141- 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.

Fonte: extraído do sistema em epígrafe (2010)

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. Os detalhes desta ferramenta de apoio são apresentados no APÊNDICE E.

Crítica de dados realizada pelo sistema Aviation DataBase

Os dados são codificados segundo os grupos do algoritmo especificado (núcleo) sem, contudo, altera-los. Houve preocupação em manter a integridade dos relatos, apenas codificando-os com precisão. O sistema criticou 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.

Os Resultados obtidos nesta tese abrem caminhos para uma discussão ampla

A compilação dos registros de acidentes e incidentes com aeronaves coletada das informações sobre registros de acidentes e incidentes com aeronaves utilizando dados oficiais de entidades representativas em todo o mundo foi a fonte principal de registro de acidentes e foi explorada em nossa pesquisa. A entidade American Safety 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 Federal Aviation Administration e indica causas secundárias, estudando aspectos superficiais tais como tipo de dificuldades dos pilotos usando as interfaces, indicando as condições meteorológicas no momento do acidente. Prospectamos as condições de saúde dos pilotos envolvidos nos acidentes, indicando a situação de habilitação dos pilotos e das aeronaves. A diversidade e aleatoriedade foram motivo de atenção neste trabalho não discriminou nem concentrou atenção em determinados tipos de acidentes. fugindo assim, das linhas de redação simplificadas e reducionistas e do uso de conhecimentos técnicos utilizados amplamente por equipes de investigação de acidentes de um mesmo país.

A Utilização de um algoritmo taxonômico permitiu estratificação mais precisa das análises

O algoritmo taxonômico utilizado no projeto de pesquisa possibilitou o correlacionamento de um grande número de variáveis, o que muitas vezes, se apresentaram apenas como fragmentos informativos nos registros de acidentes produzidos pelos relatos oficiais. Estas são causalidades que contribuíram ou podem ainda contribuir para futuros acidentes na aviação ou que, às vezes, se apresentam mesmo, de forma pouco clara e não são priorizados nos estudos convencionais. Um dos condicionantes importantes na obtenção de resultados parciais foi viabilizado com o uso deste sistema de tratamento de dados (Aviation Database). Esta ferramenta trabalhou as variáveis extraídas dos registros de acidentes de diversas formas, buscando características próprias tratando estes eventos de forma única e sistêmica.

PARTE V - A APLICAÇÃO DO MÉTODO E OS ESTUDOS DA TESE

A análise de acidentes aéreos é superficial e obedece a um modelo de causalidade linear, reduzido aos fatores de riscos, mascarando os problemas reais da saúde do trabalho do aeronauta na moderna aviação. Mostrar que nos dados coletados dos registros de acidentes, nas entrevistas serão enfatizados reflexos da pressão profissional das empresas e dos processos sociais que tendem a marginalizar os problemas familiares e pessoais. A pesquisa procurou enfatizar que isto causa uma grave dissociação da efetividade do trabalho prescrito se comparado com o trabalho real distorcendo os preceitos de segurança do transporte aéreo com amplos reflexos no cumprimento das tarefas geradas pelas regras trabalhistas (mas este é um problema social geral que não atinge só a aviação).

Capítulo 11 – Os estudos da tese

A hipótese formulada neste trabalho afirma que as origens deste problema se estruturam na sociedade que foi construída sedimentada nos preceitos supra citados. E é principalmente na aviação onde ocorre mais visibilidade para estes problemas porque há uma sedução geral do ser humano pela aviação e a cada acidente sempre acontece ampla visibilidade da divulgação nas mídias para o número de mortos, que é significativo e tem aumentado de cada vez.

A aplicação do método significa gerar um processo para mensurar e correlacionar os vetores que influenciam um determinado fenômeno social representado por uma situação na aviação que envolva o piloto, o vôo, o avião, as condições meteorológicas, as pressões de origem trabalhista, as condições psico-fisiológicas, caracterizando no seu arcabouço um olhar sistêmico diferente do reducionismo tradicional refletido nos registros oficiais dos resultados das investigações dos acidentes e incidentes com aeronaves.

Este processo permitiu estabelecer um olhar amplo e não hegemônico fundamentado na teoria da complexidade e também em sistemas não-lineares amplamente aplicados em situações caóticas (de modo a não privilegiar nenhuma ciência em questão). Foi possível com este método, estudar uma determinada situação crítica ou aleatória de pré-vôo transcrevendo em uma expressão polinomial, uma determinada condição momentânea e específica de

capacidade de um aeronauta na competência de pilotagem. Foi possível analisar uma situação problema para obter elementos de diagnóstico da origem de problemas não resolvidos ou de culpabilidade. A criação de um ábaco para matematizar igualmente uma situação de vôo tomou em conta as condições atmosféricas, o estado do avião, a visibilidade o compromisso com os preceitos profissionais. Isto estabeleceu, viO quadros de cruzamento, uma estreita fusão destas condições, estabelecendo as possíveis correlações que permitiu determinar aceitabilidade positiva ou negativa de uma situação utilizando um polinômio multidimensional gerado por estas citadas variáveis quantificáveis incluindo entre estas, o piloto, o avião e o grau de compromisso e importância sócio-trabalhista e a saúde do piloto em um determinado vôo objeto de estudo. A correlação apropriada destas variáveis gerou parâmetros que foram usados para alertar situações potenciais de perigo e objetivando o desenvolvimentode ações e procedimentos imediatos de segurança. A demonstração e o uso do método construiu os subsídios para auxiliar a elaboração de conclusões e auxiliar a validação da hipótese formulada nesta tese.

11.1 Análise dos resultados da pesquisa e a forma de apresentação dos resultados

A amostra para o trabalho quantitativo buscou nos registros oficiais emitido pelos principais órgãos de investigação de acidentes com aeronaves em todo mundo . Desta forma analisamos os descritores componentes da cada disciplina (area do saber) arrolados e vetorizados em cada análise correlacionando-os utilizando os dados implantados correspondentes às ocorrências mais significativas selecionadas para a pesquisa. Os produtos do sistema computadorizado utilizado nesta pesquisa - Aviation Database possibilitaram estruturar os seguintes grupos de análise:

- a. Estatística geral de cada componente do algoritmo correspondente a todo o período de 1940 a 2010, com as respectivas observações e conclusões parciais.
- b. Estatística parcial do componente do algoritmo, referentes às fases sem automação (período dos anos 40-79) e com automação (80- 2010) com as observações e conclusões parciais.
- c. Os mapas referentes a cada componente, gerados pelo sistema Aviation DataBase (vide apêndice A do projeto de pesquisa)

Devido às quantidades de registros dos acidentes implantados no banco de dados serem diferentes para estes dois grupos de amostras(antes e pos automação) são apresentados os gráficos, sob a forma de percentuais, onde as diferenças de quantidades estarão normalizadas a um padrão de similaridade (percentual). As listas e gráficos estatísticos e comentários são apresentados na seqüência dos descritivos. **Os principais achados de cada estudo estão listados no início de cada estudo**³³⁶.

Geramos 12 grupos de estudo para estruturar os resultados da pesquisa. Estes estudos estão organizados na forma seguinte: O termo REP se refere ao reporte produzido pelo sistema AVIATION DATABASE foi utilizado para elaboração do estudo e que faz parte desta tese como APÊNDICE B.

mais propícia, chamamos a informação de ACHADO.

Estudo 1- ocorrencias no cockpit e a causalidade dos acidentes e incidentes

Fonte (APÊNDICE E) :

- Rep a- Ocorrencias no cockpit
- Rep 0- Geral Totais – todo período da amostra – década de 40 até hoje
- Rep 1- Geral 40-70- décadas 40-70 (antes da automação)
- Rep 2- Geral 80-2010- décadas 80-2010 (após introdução ampla da automação)
- Rep 4- Geral Apos 2000- décadas 00 (após introdução ampla da automação)

Estudo 2- O vôo e a visibilidade na ocasião dos acidentes e incidentes

Fonte (APÊNDICE E) :

- Rep 5- Geral com visibilidade
- Rep 6- Geral com visibilidade 80 -2010
- Rep 7- Geral com visibilidade 40-79
- Rep 8- Geral sem visibilidade
- Rep 9- Geral sem visibilidade 40-79
- Rep 10- Geral sem visibilidade 80-2010

Estudo 3- Os vetores saúde e trabalho e a participação do piloto nos acidentes e incidentes

Fonte (APÊNDICE E) :

- Rep 11- particip piloto todos
- Rep 12- particip piloto si + justificado todos
- Rep 13- nenhuma particip e just todo periodo
- Rep 14- particip piloto c vetor trabalho apos auto
- Rep 15- nenhuma particip piloto c vetor trabalho analitico apos auto
- Rep 16- nenhuma particip piloto c vetor trabalho todos
- Rep 17- nenhuma particip piloto c vetor trabalho apos automação
- Rep 18- nenhuma particip piloto c vetor trabalho 40-79
- Rep 19- justificado piloto todo periodo
- Rep 20- justificado piloto 40-79
- Rep 21- justificado piloto apos auto
- Rep 22- justificado piloto c vetor trabalho 40-79
- Rep 23- justificado piloto c vetor trabalho apos auto
- Rep 24- justificado piloto c vetor trabalho todo
- Rep 28- vetor saude com vetor trabalho todos

- Rep 29- vetor saude todo periodo.txt
- Rep 30- vetor saude 40-79
- Rep 31- vetor saude e trabalho pos autom
- Rep 32- vetor saude pos autom
- Rep 33- vetor saude e trabalho 40-79
- Rep 34- vetor trabalho todo periodo
- Rep 35- vetor trabalho pos autom
- Rep 36- vetor trabalho 40-79
- Rep 38- estresse com vetor trabalho - todo periodo
- Rep 39- estresse com vetor trabalho - 40-79
- Rep 40- estresse com vetor trabalho pos autom
- Rep 41- estresse fadiga psico todo periodo
- Rep 42- estresse fadiga psico 40-79
- Rep 43- estresse fadiga psico automação

Estudo 4- Fatores ergonômicos existentes nos acidentes e incidentes

Fonte (APÊNDICE E)

- Rep 25- fatores ergonômicos todos e períodos

Estudo 5- Causalidades dos acidentes e incidentes

Fonte (APÊNDICE E)

- Rep 27- Causalidades todos e periodos

Estudo 6- indícios cadeia erros presentes nos acidentes e incidentes

Fonte (APÊNDICE E)

- Rep 37- indicios cadeia erros todo periodo

11.2 estudo 1- ocorrencias no cockpit nos acidentes e incidentes

Achados (*findings*) do estudo 1:

- I- Existe grande participação do componente erro de procedimento- 17% antes da automação e 19% pos automação- toda amostra, 18,89 %.
- II- Os erros de ação são 26% em toda a amostra e erro de decisão- 27%
- III- Não houve erro dos pilotos participa com 35% de toda a amostra.
- IV- Os erros de informação são 11,67% de toda a amostra.
- V- O piloto não cometendo erros (componente a0 somado ao componente a14- problema que impede acao do piloto) no acidente são: 41,89% - antes da automação (décadas 40-70) e 32,85 %- pos automação (1980 em diante)
- VI- Os índices obtidos neste estudo contrariam os índices tradicionais de participação do piloto em acidentes (que é 80% ou mais)
- VII- Problema que impede ação do piloto caiu com a automação. Pode-se pensar que os responsáveis pela interface humano-máquina promoveram alternativas apoiadas por computador para a resolução de problemas emergenciais.
- VIII- Os erros de ação e decisão não diminuíram com a automação e os erros de origem cognitiva igualmente não reduziram com a automação nas aeronaves.
- IX- O vetores saúde e trabalho estão presentes em quase metade da amostra (46%)
- X- A utilização da robótica e da mecatrônica auxiliando as decisões e ações dos pilotos não reduziriam drasticamente as falhas processuais na pilotagem de aeronaves.

O estudo das falhas no cockpit

O quadro 14 apresenta as ocorrências de problemas procedurais no cockpit, categorizados pela perspectiva de Nigel (1988), onde os grupos são concentrados por erros de AÇÃO, DECISÃO E DE INFORMAÇÃO.³³⁷

		Todo período (%)		1940-1979 (%)	Automação 1980-2010 (%)
A0	Nenhuma acao errada cockpit	Nenhum erro cockpit	15,56	9,30	17,52
A14	Problema que impede acao do piloto	Nenhum erro cockpit	19,44	32,56	15,33
A1	Comandos errados	Ação	3,33	0	4,38
A4	Falha de recuperacao em perda	Ação	1,67	0	2,19
A11	Erro de procedimento	Ação	18,89	16,28	19,71
A12	Erro de acao	Ação	1,67	2,33	1,46
A2	Acao/julgamento-toque arremetido	Decisão	0	0	0
A3	Falha de checagem/monitoracao	Decisão	9,44	9,30	9,49
A5	Mal julgamento cond.metereologicas	Decisão	2,78	0	3,65
A6	Mal julgamento altitude e visibil.	Decisão	8,33	6,98	8,76
A8	Erro de diagnostico	Decisão	5,0	9,30	3,65
A9	Erro de meta	Decisão	0	0	0
A10	Erro de estrategia	Decisão	1,67	0	2,19
A13	Outros erros da tripulacao	Decisão	0,56	0	0,73
A7	Erro de informacao	Informação	11,67	13,95	10,95

Quadro 14- Ocorrências de erros no cockpit, para todo período, antes e pos automação
Fonte: elaborado pelo autor (2010)

As causalidades de erros no cockpit nesta análise estão apresentadas na figura 142. 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 no quadro 14.

³³⁷ Na construção do núcleo da esfera, o núcleo do algoritmo taxonômico consideramos, para a base do desenvolvimento do nosso método um algoritmo que tem a origem nas características dos erros humanos segundo Rasmusem (1977). O quadro de habilidade-regras-conhecimento (SRK-skill, roules, knowledge). Vide critérios para elaboração do algoritmo taxonômico

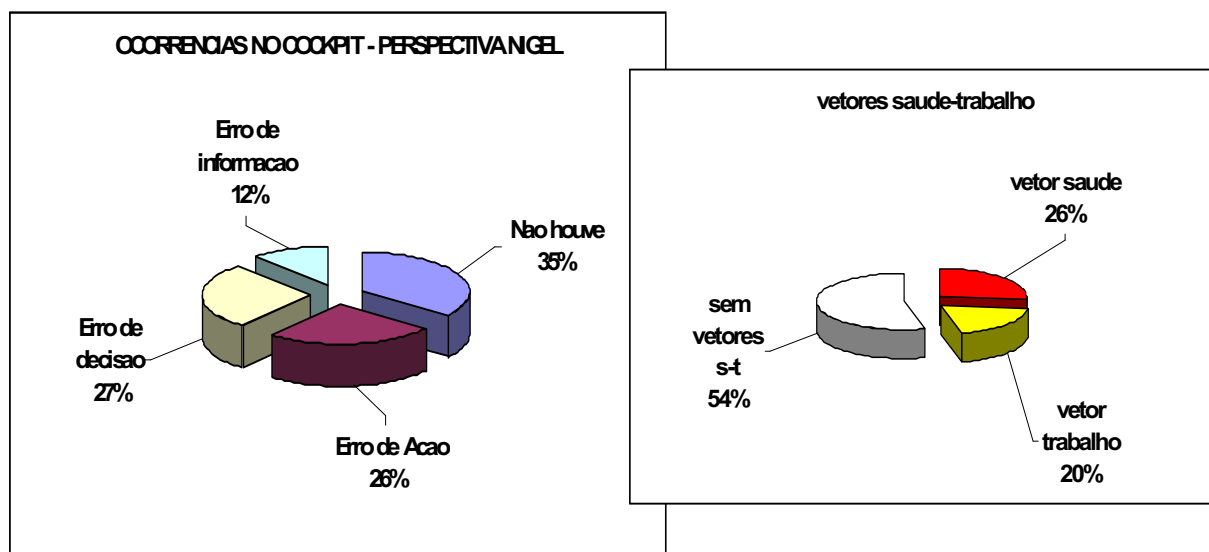


Figura 142 – categorias de erros no cockpit – toda a amostra / TODO PERÍODO
 Fonte: elaborado pelo autor (2010)

Observamos um alto grau de participação vetorial dos componentes saúde e pressões da empresa onde o aeronauta trabalha em quase metade (46%) dos acidentes / incidentes. Ressaltamos neste cenário, que é fácil observar e comprovar a não imputabilidade da Empresa na participação dos acidentes na maioria absoluta das análises e das investigações de acidentes com aeronaves. A participação do piloto na causalidade de forma isolada ou combinada com outras é, de acordo com as estatísticas, mais de 80%. Mas o piloto sempre estará em instância final na cabine, de modo a participar nos momentos dramáticos de um voo acidentado e normalmente acaba pagando muitas vezes com sua vida pelas falhas que começaram a ser construídas há muito tempo, alheias à sua vontade que sobrepõem e eclipsam indefensavelmente sua competência. A visão analítica dos componentes do estudo dos erros do cockpit está apresentada nos gráficos da figura 142. Podemos ver como ocorrem os percentuais de ocorrência para todo o período da amostra, para as décadas de 40-70 (período antes da automação) e pós automação (1980- em diante).

Neste presente estudo podemos constatar uma alta ocorrência de falhas relacionadas procedimento (erros de ação) 19,71% após o advento da automação e 16,28% antes da automação (se olharmos toda amostra, 18,89%) conforme apresentado na figura 142.

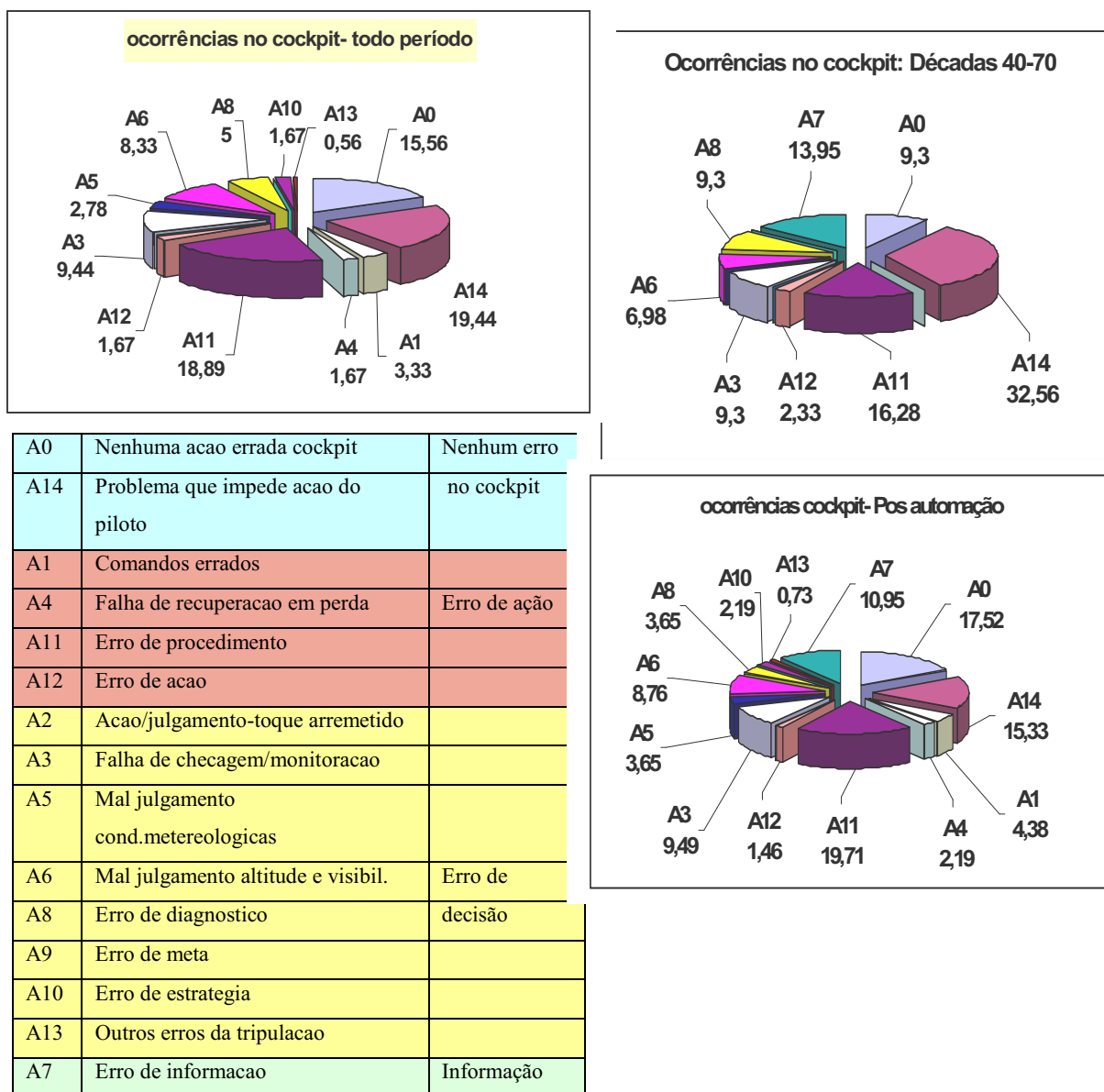


Figura 142- Gráficos representativos dos percentuais de ocorrências de erros no cockpit (componentes)
 Fonte: elaborado pelo autor (2010)

Pode-se presumir que este problema pode ter algumas origens imediatas :

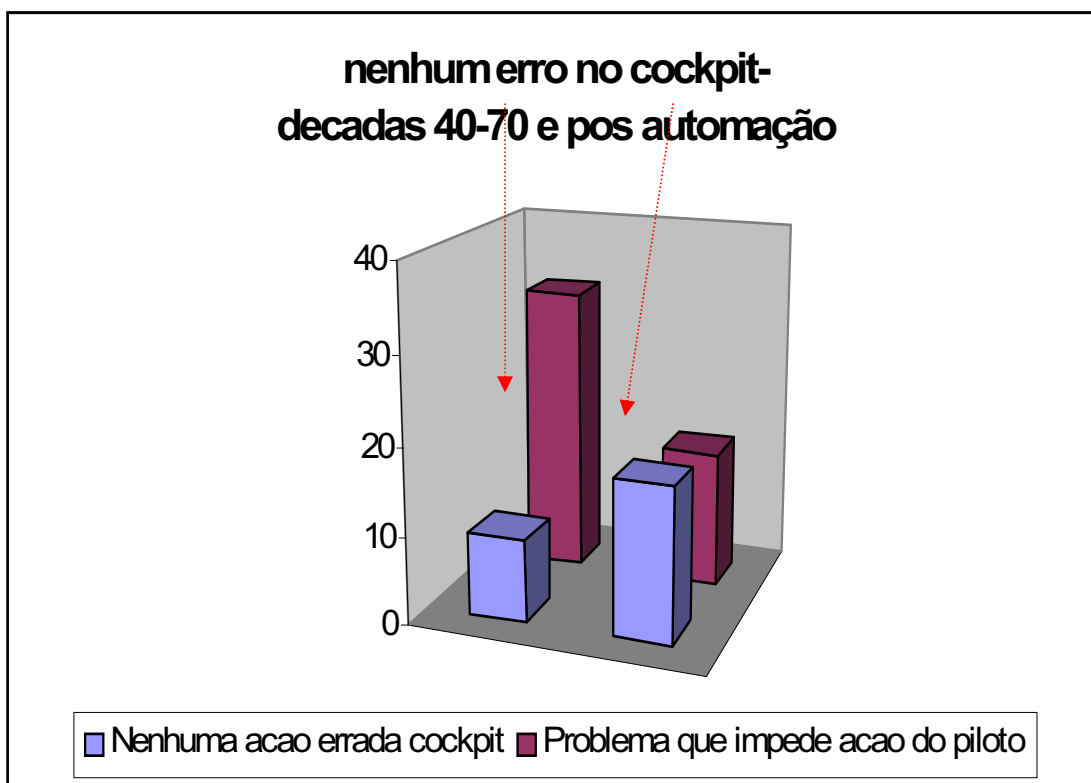
- Falhas de treinamento básico e/ou continuado
- Alterações no sistema psico-emocional que pode desorganizar a competência em determinada situação ou repercutir em negligência
- Falha de distribuição de tarefas (ou ergonomia distribuída)

- Outros que serão estudos no transcurso dos outros estudos

De qualquer modo a influência oriundas de pressões no trabalho ou regras mal feitas para turnos de trabalho também tem uma forte influência neste estudo que pode danificar a saúde com agravos derivadas de cansaço e estresse, sendo mais uma fonte geradora de falhas .

Os sub-componentes de estágio de erros que integram o grupo ERROS DE AÇÃO (significa 26% de toda a amostra) estão apresentados na figura 142 e os integrantes do grupo DECISÃO (significa 27% de toda a amostra) estão apresentados no quadro integrante da figura 142 e nas figuras 142 e 142b com seus percentuais participativos dentro dos próprios grupos.

Os sub-componentes de estágio de erros que integram o grupo NÃO HOUVE ERRO (que participa com 35% de toda a amostra) e ERROS DE INFORMAÇÃO (que significa 11,67% de toda a amostra) estão apresentados na figura 143 com seus percentuais participativos dentro dos próprios grupos.



Figuras 143- Sub-componentes dos grupos erros de INFORMAÇÃO e NÃO HOUVE ERRO.
Fonte: elaborado pelo autor (2010)

Através deste representativo gráfico podemos avaliar que efetivamente o cenário **Piloto não cometendo erros** (componente A0 somado ao componente A14- **Problema que impede ação do piloto**) no acidente é muito alta. Os valores percentuais para este foco são:

- 32,85 %- pos automação (1980 em diante)
- 41,89% - antes da automação (décadas 40-70)

O aspecto sistêmico na investigação de acidentes ainda deve ser estudado conjugado com o estudo da NÃO PARTICIPAÇÃO DO PILOTO conforme os estudos 4 e 5 encontrados mais adiante nesta tese. Verifica-se, por outro lado, que o sub-componente 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. 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.

Estudos dos estágios de erros cognitivo/sistêmico

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 ter influência AEROMÉDICA / PSICOSOCIAL). A distribuição dos tipos de erros segundo esta perspectiva está apresentada na figura 144. Esta representação se refere a toda a amostra (período da década de 40 até 2010). Os sub-componentes do núcleo do algoritmo que integram cada grupo desta classificação estão descritos no quadro 14.

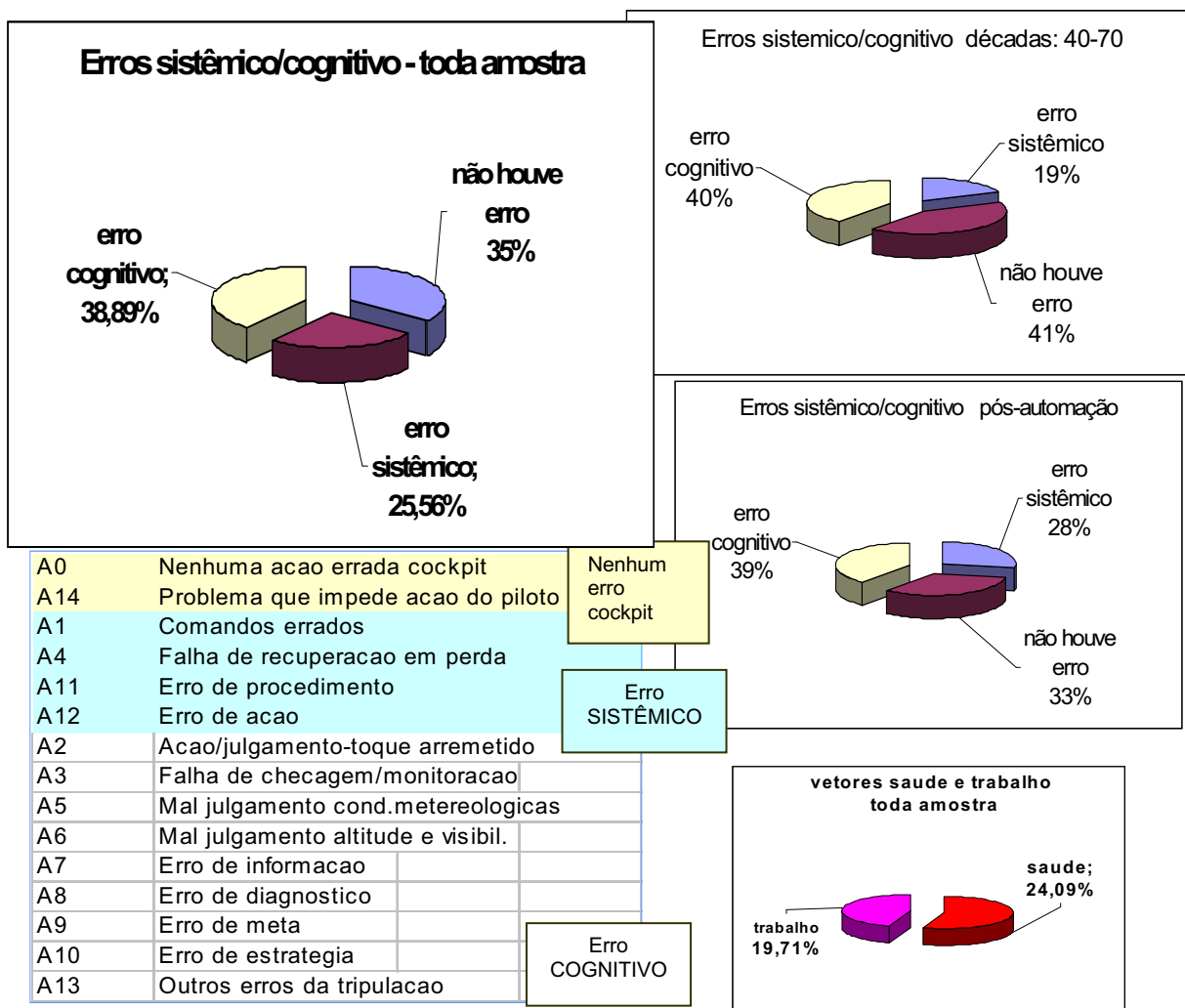


Figura 144– Categorização das perspectivas de erros sistêmico/cognitivo e a participação dos vetores saúde/trabalho em toda a amostra
Fonte: elaborado pelo autor (2010)

Os sub-componentes para as perspectivas de erros integram o grupo ERROS COGNITIVOS (que significa 38,89% para todo o período (década de 40 até hoje) e o grupo ERROS SISTÊMICOS (que participa com 25,56 % também para toda a amostra) . Os sub-componentes para as perspectivas de erros segundo Dekker que integram o grupo NÃO HOUVE ERRO (que significa 35 % de toda a amostra) e a influência AEROMÉDICA e PSICOSOCIAL (que participa em 22,22 % de toda a amostra). São 40 ocorrências em 180. Ressalta-se a alta influência dos vetores Saúde e trabalho que estão presentes em quase metade da amostra (46%). Imediatamente suscita-se o questionamento: **Em que medida estes vetores influenciaram as falhas dos pilotos?**

Comparativos nos períodos antes e pós automação- A prevalência dos tipos de erro.

Os estudos dos erros no *cockpit* classificados nos grupos segundo Nagel (1944) e Dekker (2002) para os períodos antes da automação e pós automação levam a concluir 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.

A era da automação nas aeronaves e as novas tecnologias de navegação deveriam proporcionar mais rapidamente soluções e melhorias (e/ou até eliminar radicalmente) 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 não reduziriam drasticamente as falhas processuais na pilotagem de aeronaves.

Os Erros de procedimento e Mal julgamento altitude e visibilidade e Erros de comando que integram o núcleo do algoritmo taxonômico apresentam aumento de suas participações nas ocorrências de causalidades nos registros de acidentes com aeronaves, paradoxalmente, aumentando sua participação nas décadas 80-2010, apesar da introdução desta automação apoiar as operações das aeronaves. Apesar de cuidado em tecer um julgamento sobre estes vetores, o cenário aparenta apontar para estas afirmações.

O 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. E poderia justificar este cenário paradoxal de falhas humanas com o advento amplo da automação.

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. O agrupamento de sub-componentes que compõem a classificação ERROS DE PERSPECTIVA COGNITIVA segundo Dekker (2002) corresponde a 38,89% dos erros nos registros dos acidentes, reforçando assim, nossas observações. 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.

Fontes utilizados no Estudo número 1

Base de dados

Reportes (Integrante do APÊNDICE E) :

Rep a- Ocorrências no cockpit

Rep 0- Geral Totais – todo período da amostra – década de 40 até hoje

Rep 1- Geral 40-70- décadas 40-70 (antes da automação)

Rep 2- Geral 80-2010- décadas 80-2010 (após introdução ampla da automação)

Rep 4- Geral Apos 2000- décadas 00 (após introdução ampla da automação)

11.3 estudo 2- ocorrencias no cockpit nos acidentes e incidentes

Achados (*findings*) do estudo 2:

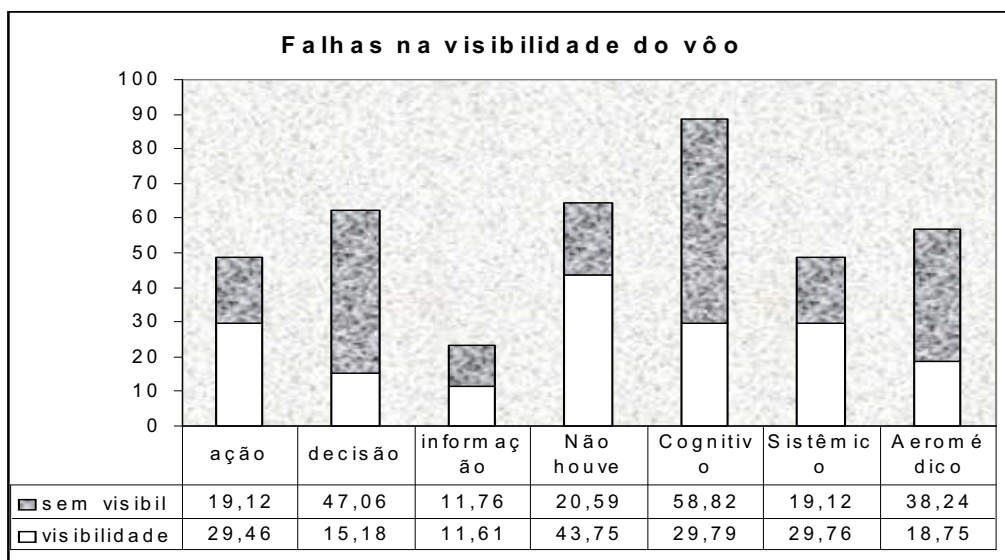
- I) Existe uma substancial diferença na presença do tipo de erro cognitivo (58,82 %) para vôos sem visibilidade e (29,79%) vôos com visibilidade(o dobro do índice)
- II) Podemos estabelecer uma forte influência comportamental dos pilotos em vôos relacionado com vôo com e sem visibilidade.
- III) O vetor trabalho pressiona quase três vezes mais e o vetor saúde é quase o dobro em vôos sem e com visibilidade.
- IV) Existe correlação entre estes fatores saúde/trabalhista e a o tipo de erro cognitivo que é 58,82 % para vôos sem visibilidade e 29,79% para vôos com visibilidade
- V) O tipo de erro relacionado à decisão que também se mostra com muita diferença na visibilidade do vôo (mais do triplo para vôos sem visibilidade- 47% e 15,18%)

O estudo do vôo com e sem 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 o piloto precisando 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. E muitas vezes, conforme os indicadores de ocorrência da pesquisa

registram, a ocorrência de tensões trabalhistas e os conseqüentes impactos na saúde agravam as probabilidades de ocorrência de acidentes ou de problemas não planejados como falhas e erros. A pesquisa proporcionou meios de demonstrar que se correlacionarmos a visibilidade com o estresse do piloto ocorrerá uma relação visível 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. A figura 145 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).



±

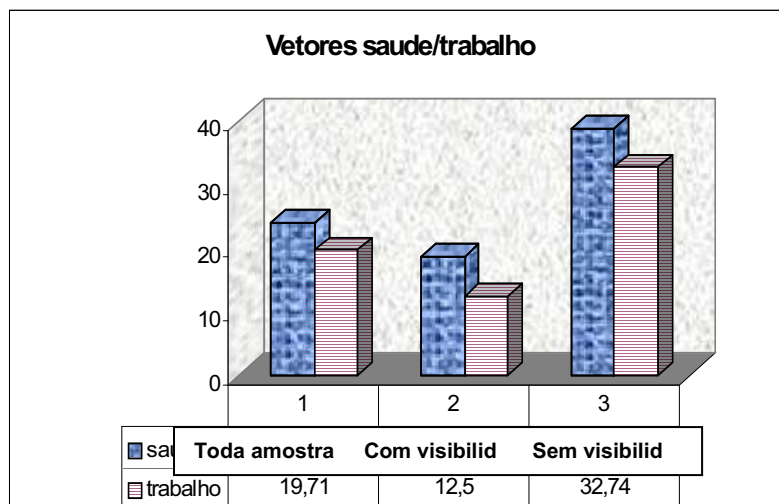


Figura 145 – Participação do componente VISIBILIDADE nos acidentes em toda a amostra
 Fonte: elaborado pelo autor (2010)

Podemos entender por estes dados apresentados na figura 145 que existe uma forte influência comportamental dos pilotos em vôos com e sem visibilidade. Os acidentes e incidentes nos vôos sem visibilidade tem uma forte correlação com aspectos de saúde (aspecto patogênico). O Fator estresse e fadiga tem 38,24% de presença nestas ocorrências e o vetor saúde se apresenta também com 38,21% de presença. O vetor trabalho também pressiona este cenário com 32,74%.

A variação destes dois vetores para os dois tipos de vôo é muito significativa. O vetor trabalho é quase três vezes maior e o vetor saúde é quase o dobro. Poderíamos estabelecer uma provável correlação entre estes fatores e a substancial diferença do tipo de erro cognitivo que é 58,82 % para vôos sem visibilidade e 29,79% para vôos com visibilidade (outra vez o dobro do índice) e o tipo de erro relacionado à DECISÃO que também se mostra com muita diferença na visibilidade (mais do triplo para vôos sem visibilidade- 47,06% e 15,18%)

Fontes do ESTUDO 2

Base de dados

Reportes utilizados (Integrante do APÊNDICE E) :

- Rep 5- Geral com visibilidade, Rep 6- Geral com visibilidade 80 -2010
- Rep 7- Geral com visibilidade 40-79, Rep 8- Geral sem visibilidade
- Rep 9- Geral sem visibilidade 40-79, Rep 10- Geral sem visibilidade 80-2010

11.4 Estudo 3- os vetores saúde e trabalho e a participação do piloto nos acidentes e incidentes

Achados (*findings*) do estudo 3:

- (I) O vetor trabalho pressiona 50,84% dos acidentes onde existe participação do piloto de alguma forma. Igualmente o vetor saúde está presente com 49,03% neste tipo de ocorrência.
- (II) A participação do piloto nos acidentes e incidentes (de forma direta, injustificada e de forma justificada) agragado ao vetor saúde ocorre em 88,89%, fato que reforça a hipótese que a pressão trabalho promove alterações na performance do trabalho.
- (III) As intensidades dos vetores trabalho/saúde e estresse/fadiga caminham juntos em todos os tipos de participação do piloto nos acidentes onde conjecturamos que a pressão do vetor trabalho tem forte influência em todo sistema
- (IV) Utilizando nosso critério de contribuição dos pilotos nos acidentes a participação justificada e não participação é de 68%. Sobram 32% de acidentes com possível culpabilidade ou de imputabilidade dos pilotos.
- (V) Este cenário é radicalmente diferente do tradicional a nível mundial. onde é imputado mais de 80% de participação direta ou indireta dos pilotos nos acidentes.

A participação dos pilotos em fatalidades e a influência da saúde/doença combinada com a pressão empresarial

A síntese dos reportes que tratam a participação (de todas as formas: direta, justificada, não participação) dos pilotos em acidentes e incidentes está demonstrada na tabela 4. O gráfico apresentado na Figura 146 traduz em objeto, os números deste quadro.

TIPO DE ANÁLISE	Ocorrência	vet.trabalho	Vet.saude	Fadiga/estres	cognitivo
Vetores saúde / trabalho					
particip piloto + trabalho	27	100	89,89	88,89	51,85
particip piloto toda amostra	53	50,94	49,03	45,28	45,28
sem participação todos	124	29,03	27,42	24,19	33,87
particip justif todos	50	54	52	48	44

Tabela 4 – números referentes às correlações saúde/trabaho e os tipos de participação do piloto nos acidentes/incidentes.

Fonte: elaborado pelo autor (2010)

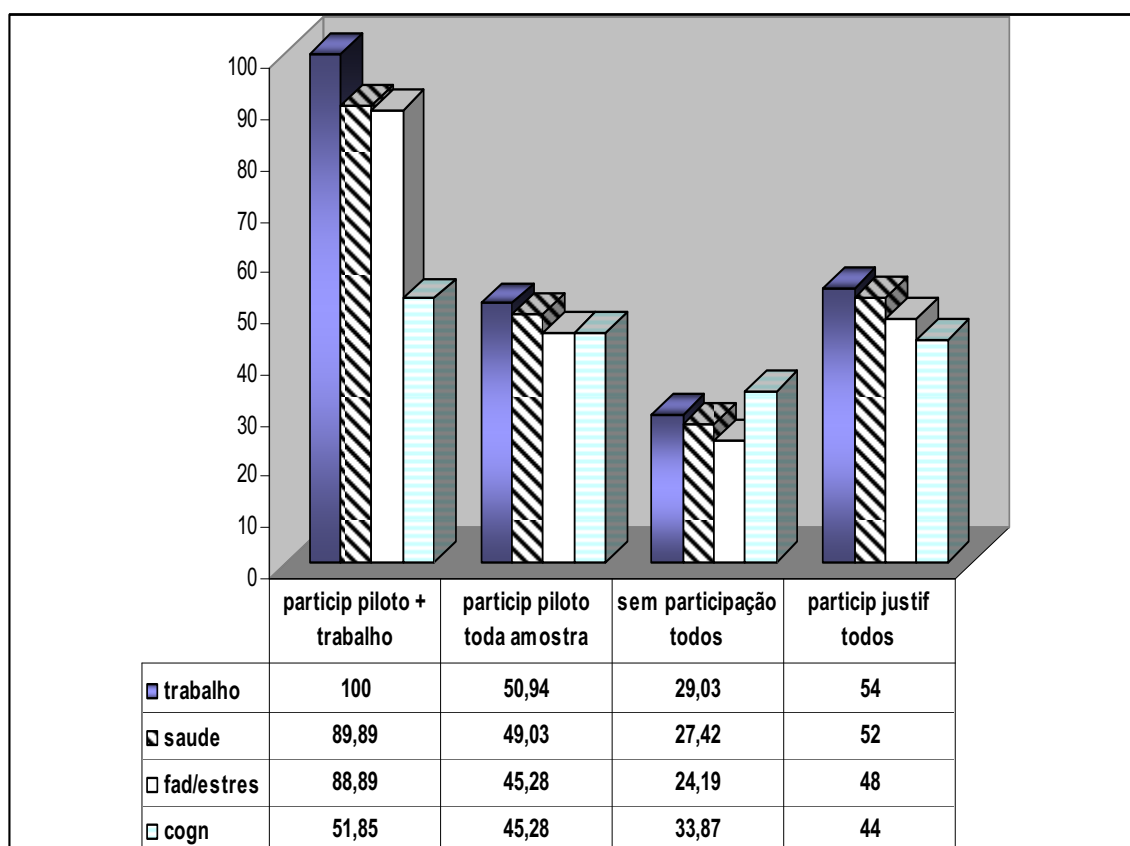


Figura 147- Síntese das correlações saúde/trabalho das participações dos pilotos em acidentes

Fonte: elaborado pelo autor (2010)

A primeira constatação neste estudo 3 aponta para a correlação direta do vetor trabalho quando ocorre a participação do piloto nos acidentes e incidentes (de formas DIRETA , INJUSTIFICADA E JUSTIFICADA) com a incidência do vetor saúde em em 88,89%, fato que reforça a hipótese que a pressão trabalho promove alterações na performance do trabalho.

O vetor trabalho pressiona 50,84% dos acidentes onde existe participação do piloto de alguma forma. Igualmente o vetor saúde está presente com 49,03% nesta forma de estudo. Este é o componente com intensidade mais alta neste conjunto de vetores.

Podemos observar no gráfico que as intensidades das presenças trabalho/saúde sob a forma de pressionadores e estresse/fadiga (estão fortemente correlacionados) caminham juntos em todos os tipos de participação do piloto nos acidentes. Isto novamente nos leva a conjecturar que a pressão do vetor trabalho tem forte influência em todo sistema. E que estão muito atuantes (presentes) quando ocorrem os acidentes. As leituras dos registros oficiais dos acidentes apresentam todos estes componentes, mas as formas tradicionais e reducionistas de analisar estes eventos obscurecem e marginalizam estes dados importantes, embora na maior parte do tempo os citem em detalhes.

A Participação justificada do piloto e não participação do piloto em um acidente

Existe uma contradição conforme enfatizamos em nossa tese sobre o reducionismo e olhar simplista nas investigações dos acidentes com aeronaves. As origens das causas apesar de estar muitas vezes visíveis nos relatos oficiais dos acidentes, não são considerados com a devida ênfase nem tratadas em conjunto (olhar sistêmico) que promove uma outra visibilidade e diagnóstico para estes relatos. As definições de **participação justificada do piloto e não participação** são estabelecidas por um conjunto de parâmetros conjugados relacionados com a análise do momento significativo. Estes parâmetros foram transformados em rotinas de análise artificial feitas pelo sistema Aviation Database que se encarrega, durante o processamento de cada acidente, da tarefa de rotular cada registro do banco de dados formado pelo sistema. Uma das motivações para tratar estes registros conforme o faz esta tese, é a possibilidade de se redefinir os sistemas de investigação de acidentes que resultariam em uma imputabilidade mais ampla e atribuindo a quem deveria, o ato de ser arrolado. Por exemplo, as Empresas de aviação, empregadores fazendo-as aparecer nos laudos e resultados oficiais e mesmo jurídicos dos acidentes com aeronaves, reduzindo desta forma a berlinda do piloto nestas tragédias.

Relacionamos a seguir os critérios para classificação e rotulação do tipo de participação do piloto. O código prefixo se refere aos índices que formam a expressão polinomial quando este é gerado em cada análise acidente e implantado no banco de dados do sistema Aviation Database: $f \{(F_n), (A_n), (C_n), (I_n), (B_n) (F_t) (F_m)\}$

CONDIÇÃO DE NÃO PARTICIPAÇÃO DO PILOTO diretamente em um acidente

- B1 -Erro estrutural
- B2 -Erro de projeto
- B6 -Torre de controle (Procedimento com ATC)
- B12 -Erro mecanico/ erro de manutenção
- C6 -Fogo no hangar/no solo, no ar, no interior da aeronave
- C8 -Manutencao-falha de diretivas,instalacao errada componentes.
- C10 -Seguranca-sabotagem, sequestro, insanidade a bordo
- C12 -Acao terrorista,sequestros de passageiros- guerra, ataque
- C13 -Colisao vinda de outra aeronave

CONDIÇÃO DE CONTRIBUIÇÃO JUSTIFICADA em um acidente

- B13 -Erro de leiaute
- B16 -Instrumentos ou posicao deficiente
- C15 -Desinformacao-componente instalado sem esclarecimento de operacao
- C17 -Imprevisibilidade-avaliacao errada-desinformacao ou info.errada
- C18 -Problemas corporativos- normas nao apropriadas
- I11 -Problemas com solucoes operacionalmente nao previstas
- I12 -Problemas com insuficiencia de informacoes para acoes no cockpit

Nosso olhar para estas causalidades estão atribuindo um processo mais justo de culpabilidade. Desta forma, os números da participação dos pilotos mudam radicalmente. Podemos verificar que existe um forte apelo para estabelecer estes critérios e o que torna o processo mais fácil de ser olhado pelo mundo da aviação é a clareza nos relatos existentes

produzidos pelas entidades representativas de investigação e segurança de vôo em todo mundo.

Por nosso critério, o número de registros com **CONTRIBUIÇÃO JUSTIFICADA E NÃO PARTICIPAÇÃO** é de 68%. Com isto sobriam 32% de acidentes com possível culpabilidade ou de imputabilidade dos pilotos. Este cenário é radicalmente diferente do tradicional a nível mundial onde observamos mais de 80% de participação direta ou indireta dos pilotos nos acidentes. O gráfico representado pela figura 148 mostra a relação do número de ocorrências de cada possibilidade de contribuição dos pilotos nos acidentes/incidentes:

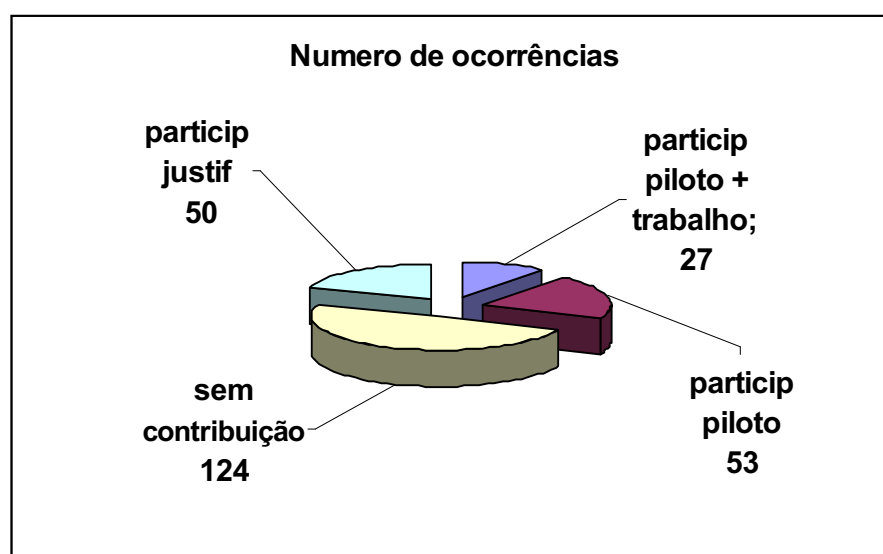


Figura 148 –Tipo de participação do pilotos nos acidentes/incidentes com aeronaves (número de ocorrências)
Fonte: elaborado pelo autor (2010)

Fontes do ESTUDO 3

Base de dados e Reportes utilizados

(Integrante do APÊNDICE E) :

Rep 11- particip piloto todos

Rep 12- particip piloto correlacionado com justificado - todos

Rep 13- nenhuma particip e just todo periodo

Rep 14- particip piloto c vetor trabalho apos auto

- Rep 15- nenhuma particip piloto c vetor trabalho analitico apos auto
- Rep 16- nenhuma particip piloto c vetor trabalho todos
- Rep 17- nenhuma particip piloto c vetor trabalho apos automação
- Rep 18- nenhuma particip piloto c vetor trabalho 40-79
- Rep 19- justificado piloto todo periodo
- Rep 20- justificado piloto 40-79
- Rep 21- justificado piloto apos auto
- Rep 22- justificado piloto c vetor trabalho 40-79
- Rep 23- justificado piloto c vetor trabalho apos auto
- Rep 24- justificado piloto c vetor trabalho todo
- Rep 28- vetor saude com vetor trabalho todos
- Rep 29- vetor saude todo periodo.txt
- Rep 30- vetor saude 40-79
- Rep 31- vetor saude e trabalho pos autom
- Rep 32- vetor saude pos autom
- Rep 33- vetor saude e trabalho 40-79
- Rep 34- vetor trabalho todo periodo
- Rep 35- vetor trabalho pos autom
- Rep 36- vetor trabalho 40-79
- Rep 38- estresse com vetor trabalho - todo periodo
- Rep 39- estresse com vetor trabalho - 40-79
- Rep 40- estresse com vetor trabalho pos autom
- Rep 41- estresse fadiga psico todo periodo
- Rep 42- estresse fadiga psico 40-79
- Rep 43- estresse fadiga psico automação

11.5 Estudo 4- fatores ergonômicos existentes nos acidentes e incidentes

Achados (*findings*) do estudo 4:

- a. Ocorreram importantes variações de causalidades de origem ergonômicas demonstradas pelos itens que se referem à capacitação, treinamento e informações no cockpit que aumentaram, paradoxalmente e substancialmente com o advento da automação em aeronaves.
- b. Isto nos faz supor que o fator conhecimento não está sendo tratado da maneira correta, acompanhando as grandes mudanças nas aeronaves.
- c. Pelos dados apresentados nos gráficos, podemos avaliar claramente que os agravos de saúde cresceram com a automação quando deveria ser o contrário

Componente de classificação: Apresentação dos estudos estatísticos dos sub-componentes que integram os eventuais indícios ergonômicos nos grupos:

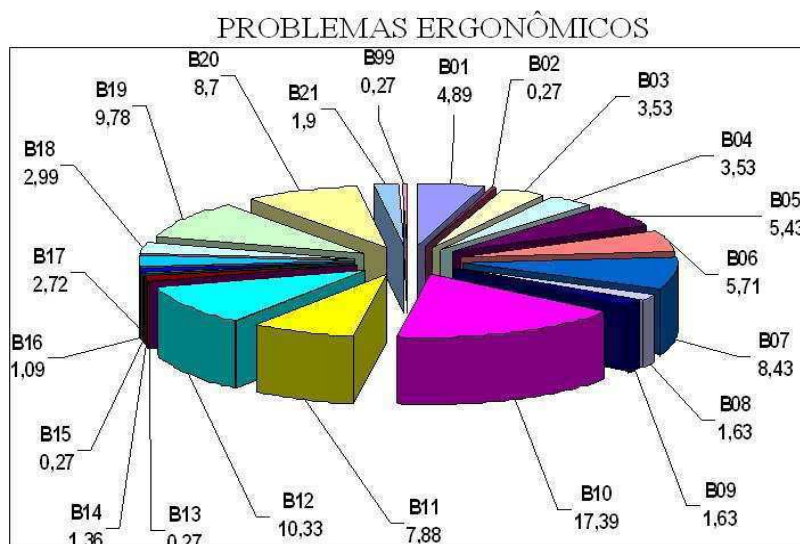
Eventuais erros por usabilidade, por aspectos cognitivos ou outros fatores ergonômicos podem ter ocorrido dentro ou fora do cockpit. Estas são as origens das causas dos erros e falhas em acidentes com aeronaves. Correlacionando os componentes do algoritmo taxonômico na análise de um acidente poderemos, 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 do projeto e escolha da aeronave
- 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 inapropriado / 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 –*air traffic control*)
- Erro coletivo (cockpit e/ou corporativo)
- Outros problemas ergonômicos / cognitivos

O gráfico representado pela figura 149 registra os estatísticos representativos 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.



B01	Problema estrutural (materiais)	18
B02	Erro de projeto	13
B02	Tot-Escolha errada de aeronave	1
B04	Pessoal de apoio de terra	13
B05	Tot-Estresse	20
B06	Torre de controle (Procedimento com ATC)	21
B07	Fadiga e problemas fisiologicos/ Disturbios/fisiologicos	31
B08	Problemas psicologicos e emocionais	6
B09	Erro de lideranca	6
B10	Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/negligencia	64
B11	Treinamento inapropriado /Treinamento deficiente	29
B12	Tot-Erro mecanico/ Erro de manutencao	38
B13	Erro de leiaute	1
B14	Sobrecarga emocional e / ou cognitiva	5
B15	Distribuicao errada da tarefa	1
B16	Tot-Instrumentos ou posicao deficiente	4
B17	Erro de linguagem	10
B18	Erro comunicacional	11
B19	Erro de informacao	36
B20	Erro coletivo	32
B21	Outros problemas ergonomicos / cognitivos	7
B99	Tot-Nenhum problema detectado	1

Figura 149 – problemas de origem ergonômica - toda amostra- Participação **percentual** representativa dos sub-componentes das eventuais falhas ergonômicas nos acidentes aeronáuticos em toda a amostra. Os números à direita indicam as quantidades encontradas para cada componente. O gráfico apresenta percentuais de cada um.

Fonte: elaborado pelo autor (2010)

A figura 150 apresenta as variações nos indícios 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).

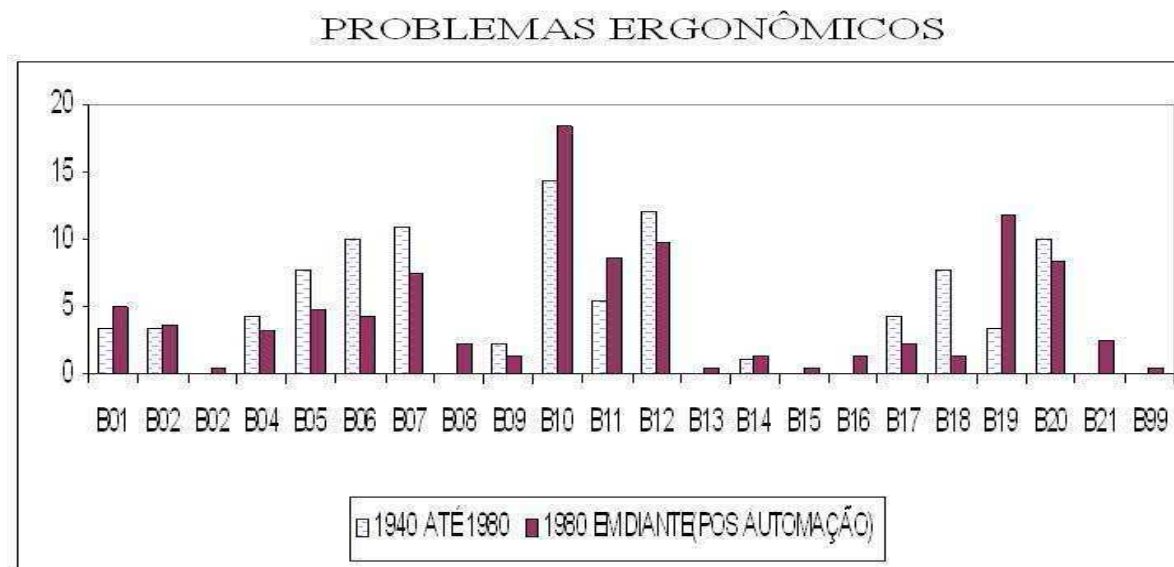


Figura 150- Índices de erros ergonômicos Comparativo dos períodos Base: percentuais de:
 1 - décadas 40-70-sequencia 2- décadas 80-2000- sequencia 2
 Fonte: elaborado pelo autor (2010)

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). Probl. Capacitação (erro/desconhec/ precipit/neglig. acao), Treinamento inapropriado /Treinamento, Erro informacao(chega ao piloto-cockpit ou exterior). 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 Federal Aviation

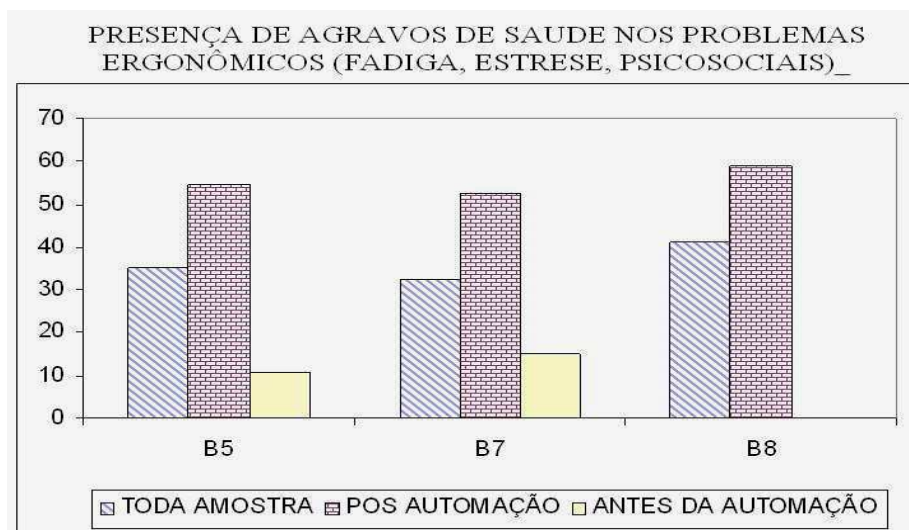
Administration como item I8- Incapacidade de atingir objetivos, nos indícios de uma cadeia de erros tem uma aplicação perversa na busca às falhas dos acidentes, Se o piloto **ficar incapacitado de controlar a aeronave** por uma ação terrorista ou por saturação de fumaça no cockpit ou até mesmo se um avião militar atingir com tiros as superfícies de controle da aeronave a classificação INCAPACITAÇÃO DO PILOTO é agregada às causas do acidente (NATIONAL TRANSPORT SAFETY BOARD , 2004 ; AMERICAN SAFETY, 2002) na forma como os acidentes é analisada pelos principais órgãos de investigação e prevenção em todo mundo, apesar de deixar claro em seus relatos que houve efetivamente um fator causal acima e muitas vezes, gerador da participação do piloto. Acidentes focados com este tipo de análise estão implantados na base de dados da amostra tratada nesta t6ese pelo sistema Aviation DataBase . 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 o Centro Nacional de Investigação e Prevenção de Acidentes (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 **8** (aspectos cognitivos e erros humanos 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 **4.1.1**(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 (capítulo 7).

Mas algumas empresas de aviação segundo informativos dos próprios pilotos nos relatos à Federal Aviation Administration (2005) não possuem simuladores de vôo correspondentes aos novos aviões por serem de alto custo. Com isto, a insegurança dos pilotos destas empresas aumenta³³⁸. 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:



Estresse	B5
Fadiga e problemas fisiológicos/ Distúrbios fisiológicos	B7
Problemas psicológicos e emocionais	B8

Figura 151- comparação entre os índices do componentes “agravo de saúde” avaliados na amostra.

Fonte: elaborado pelo autor (2010)

³³⁸ Uma empresa de aviação brasileira extinta não possuía simuladores para o Boeing 767 apesar de utilizar estas aeronaves para vôos para a Europa. Pilotos daquela empresa confidenciaram que eles ficavam 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.

Pelos dados apresentados nos gráficos, podemos avaliar claramente que os agravos de saúde cresceram com a automação quando deveria ser o contrário

Fonte do ESTUDO 4

Base de dados

Reportes utilizados(APÊNDICE E)

Rep 25- fatores ergonômicos todos e períodos

11.6 Estudo 5- causalidades dos acidentes e incidentes

Achados (*findings*) do estudo 4:

- a. Verifica-se um alto percentual de falhas de pilotos em proceder **pousos/ e decolagens (mais erro de velocidade ou inapropriada, comandos travados, configuração da aeronave)** que sugere a aplicação, neste caso, do termo incapacidade mas apontando eventualmente para necessidade de treinamento e capacitação. Ou este procedimento continuado. A surpresa é que além de alto percentual, o aumento deste item com a chegada da automação nas aeronaves.
- b. Um fator específico como **imprevisibilidade ou impossibilidade dos pilotos de agirem corretamente** não é contemplado pela lista original da Centro Nacional de Investigação e Prevenção de Acidentes. E, mesmo assim, ocorre cerca de 5% dos acidentes enquadrados nesta categoria em todos os períodos da amostra .
- c. O sub-componente **drogas,alcool, condição mental, cansaço/fadiga** é alto nos dois períodos 26% para o período sem automação (décadas de 40 a final de 70) e 9% fase com automação (década de 80 até hoje).
- d.O estudo sugere uma situação inadmissível na aviação, pois incapacitação é uma causalidade é, na maior partes das vezes, previsível, monitorável e controlável
- e.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,

Apresentação dos estudos estatísticos dos sub-componentes que integram as causalidades dos acidentes

Este estudo foi baseado nas classificações de erros definidas Centro Nacional de Investigação e Prevenção de Acidentes. Estes são indicativos de problemas, ações e eventos

que são causalidades das ocorrências das falhas que conduzem a acidentes aeronáuticos. Os sub-componentes deste grupo com participação efetiva são os seguintes:

- C1- Controle de trafego 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 151 apresenta os sub-componentes que integram o grupo CAUSALIDADE DOS ACIDENTES e seus respectivos percentuais de participação em toda a amostra.

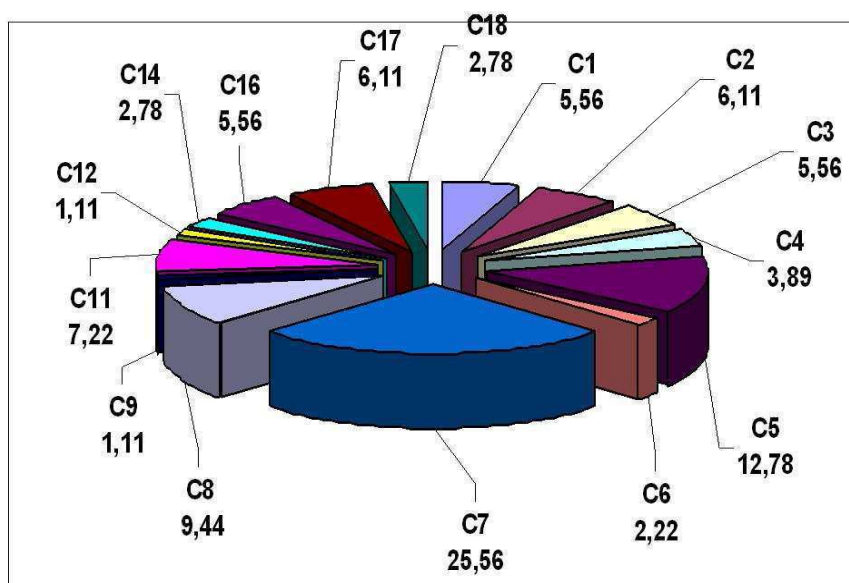


Figura 151- Sub-componentes do grupo CAUSALIDADE DOS ACIDENTES e seus percentuais
Fonte: elaborado pelo autor (2010)

A figura 152 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).

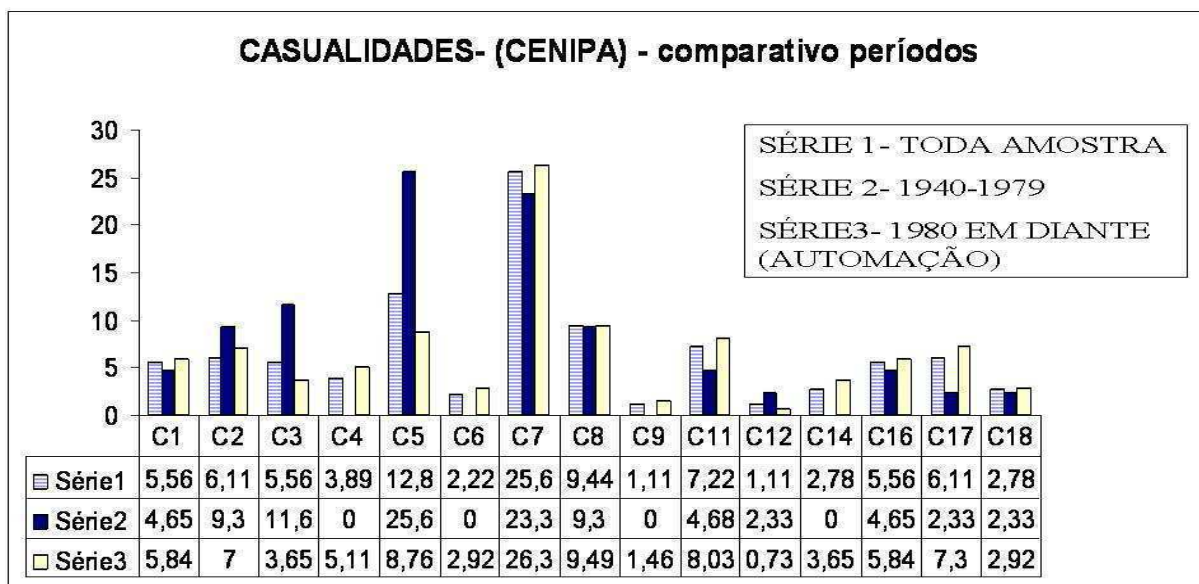


Figura 152- Comparação nas causalidades dos acidentes com aeronaves para os períodos antes da automação (década de 40-70), após a automação(a partir da década de 80) e em relação a todo o período da amostra
Fonte: elaborado pelo autor (2010)

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 Centro Nacional de Investigação e Prevenção de Acidentes 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 do Centro Nacional de Investigação e Prevenção de Acidentes 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 do Centro Nacional de Investigação e Prevenção de Acidentes E ocorrem cerca de 5% dos acidentes enquadrados nesta categoria. 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 aumento deste item com chegada da automação nas aeronaves:

23% para o período sem automação (décadas de 40 a final de 70)

26% 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)

9% fase com automação (década de 80 até hoje).

Os dados deste quinto estudo requerem uma análise combinada com outras falhas. Sugere-se 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 aponta para 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 conseqüência de problemas institucionais como turnos mal planejados de trabalho, vôos longos ou vôos transatlânticos sem a devida atenção ao ciclo circadiano dos pilotos. Mas o Modelo Biomédico é o paradigma adotado pela medicina aplicada à aviação e, desta forma, enquanto este trabalhador não apresenta sinais de agravos em saúde, este piloto está “apto“ a voar.

Fonte do ESTUDO 5

Base de dados

(APÊNDICE E)

Rep 27- Causalidades todos e periodos

11.7 Estudo 6- indícios de uma cadeia de falhas erros presentes nos acidentes e incidentes

Achados (*findings*) do estudo 6:

- (I)- Um indício peculiar que integra este componente 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.
- (ii)- 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. Isto reforça o modo reducionista e superficial como se processa o laudo dos acidentes.
- (iii)- As falhas sugerem não só treinamento e capacitação mas também a necessidade de se estabelecer um formato diferente para realizar o processo de transferir e manter o conhecimento das técnicas de vôo e regulamento aeronáutico nas mentes do pessoal que tem responsabilidade de manter os aviões voando com segurança.

Apresentação dos estudos estatísticos dos sub-componentes que integram os indícios reveladores de uma cadeia de erros

Segundo a FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 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 153 apresenta os sub-componentes que integram o grupo INDÍCIOS DE UMA CADEIA DE ERROS e seus respectivos percentuais de participação em toda a amostra.

Indícios de uma cadeia de falhas
Toda a amostra

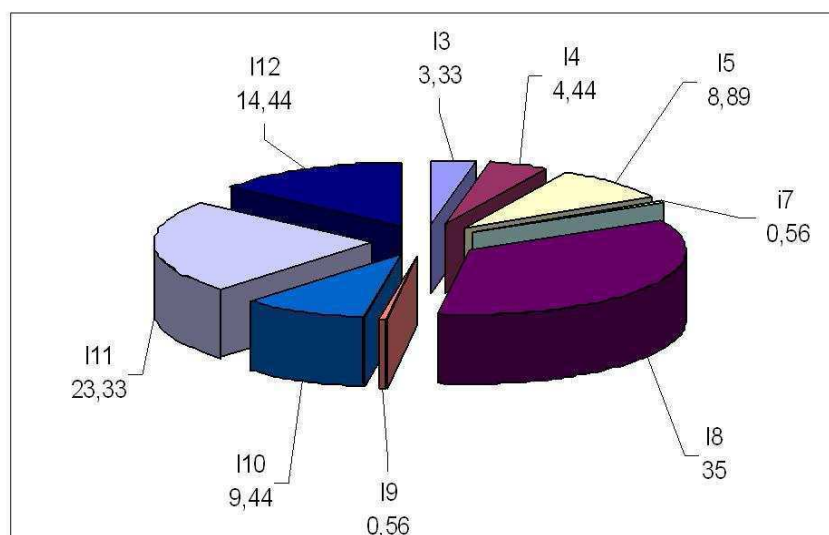


Figura 153- Participação dos sub-componentes que integram o componente INDÍCIOS DE UMA CADEIA DE ERROS baseado nas classificações da FAA (Federal Aviation Administration)
Fonte: elaborado pelo autor (2010)

A figura 154 apresenta as variações nos indícios de uma cadeia de erros para toda a amostra, para os períodos das décadas de 40-70 (antes da automação na aviação) e no período após a automação (década de 80 até hoje)

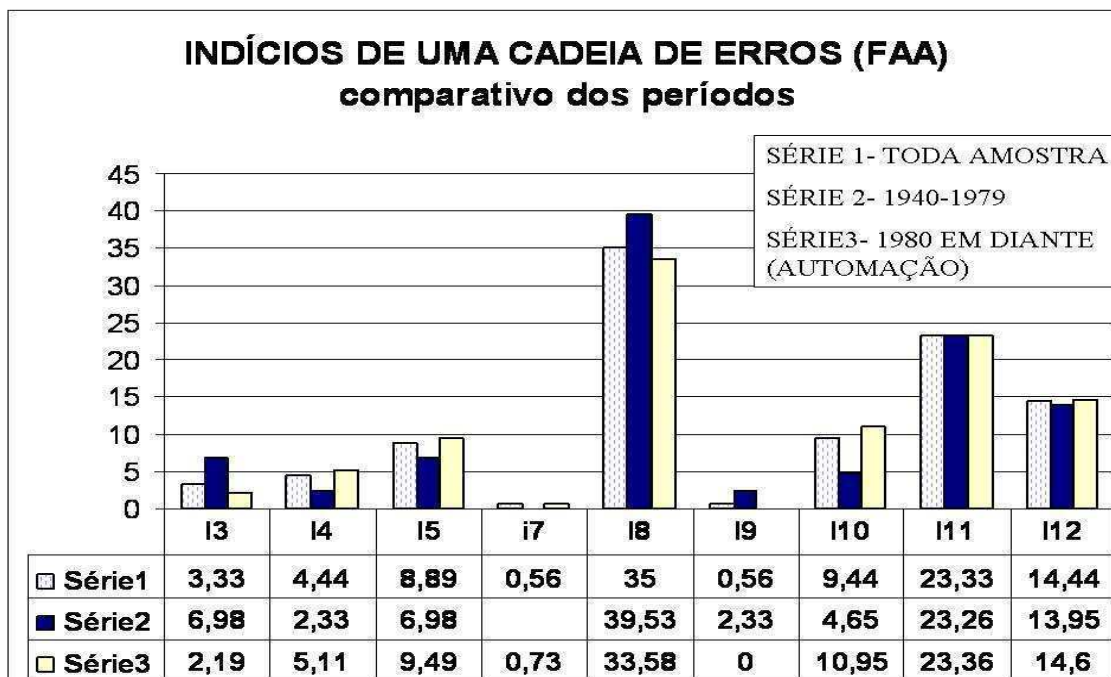


Figura 154- Comparação nos índices de uma cadeia de erros para toda a amostra, para os períodos antes da automação (década de 40-70), após a automação (a partir da década de 80) e em relação a todo o período da amostra

Fonte: elaborado pelo autor (2010)

Discussão preliminar dos dados- indícios reveladores de uma cadeia de erros

Vê-se substanciais variações nestes períodos. A maior parte da relação de indícios de uma sucessão de erros definida pela Federal Aviation Administration 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 ventilação³³⁹.

O termo INCAPACITAÇÃO MOMENTÂNEA deveria substituir esta classificação da Federal Aviation Administration. Este sub-componente e o **I11- Problemas com soluções operacionais 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.

Fonte do ESTUDO 6 (APÊNDICE E)

Base de dados

Rep 37- indícios cadeia erros todo período

³³⁹ 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 (NATIONAL TRANSPORT SAFETY BOARD, 2005 acessado em 23/03/2006- site www.nts.gov). 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. (Crivo do autor).

PARTE VI – DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Capítulo 12 – Discussão

12.1 A Aeromedicina é uma ciência fundamental mas insipiente na aviação

Observamos nos resultados dos estudos da tese um alto grau de comprometimento da saúde dos pilotos nos acidentes mesmo sendo estes trabalhadores, uma classe extratificada cuidadosa e seguidores de preceitos de sustentação de saúde. Cabe o questionamento :

Como isto acontece com este grau de prevalência (de forma mundial), se supostamente a medicina aplicada à aviação supostamente “controla e abrange” todas as características físicas e mentais necessárias ao exercício da profissão?

Nossa opinião ao criticar o formato da medicina aplicada à aviação para operacionalizar suas funções enquanto avaliador completamente a saúde física e mental dos pilotos, aponta para não concordar com a adoção radical do paradigma adotado (biomédico) para esta tarefa. Não é adequado mas é também incompleto. A maneira da aplicação dos procedimentos de avaliação pontual da saúde do piloto não se aprofunda na detecção continuada de determinados sintomas de agravos principalmente os de origem psicosociais.

O olhar complexo e sistêmico proposto para esta tese nos proporciona uma visão ampla e generalizada do piloto na aviação moderna e pode ser metaforizada pela figura 155. Os estudos da pesquisa da tese revelam que os vetores saúde e trabalho tem fortes componentes.

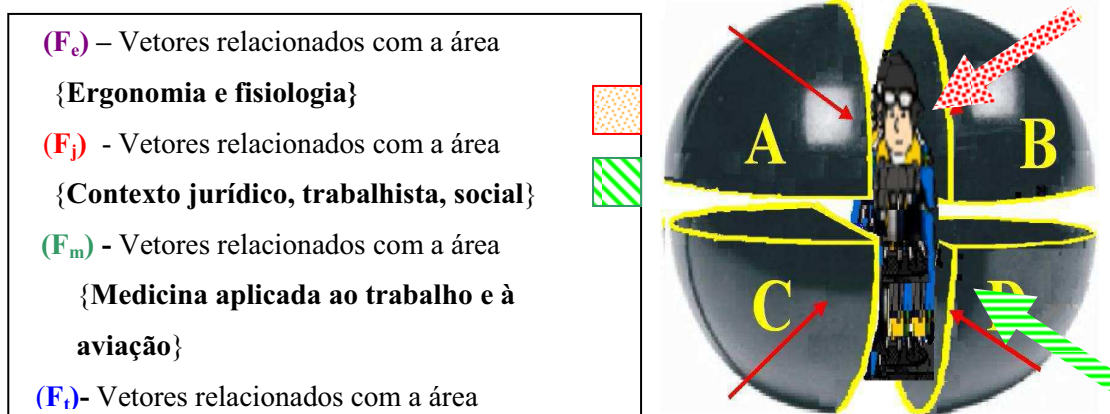


Figura 155- O sistema MCA com os vetores saúde e trabalho atuando significativamente nas inseparáveis vidas profissional e social do piloto
Fonte: elaborado pelo autor (2010)

O que se passa realmente na mente do piloto, como de qualquer ser humano, é difícil e pouco possível avaliar, principalmente no ambiente de trabalho. A complexidade da distribuição de tarefas entre humanos e computadores não tem promovido uma substancial melhoria nos acidentes como podemos constatar nos estudos da tese. Mas mesmo com os supostos benefícios da automação na aviação, apresentamos os seguintes questionamentos:

- O que, então, ocorrem pressões de saúde e trabalho com tanta intensidade?
- Porque a adoção da automação nas aeronaves não resolveu os problemas de origem sistêmica e cognitiva de forma mais radical?
- Porque as falhas humanas (imputadas pelas análises oficiais dos acidentes) não se reduziram nestas últimas décadas?

Os recursos tecnológicos da moderna aviação não permitiram reduzir o grau de incidência de acidentes que têm origem sistêmica e /ou cognitiva

Os estudos obtidos com a pesquisa da tese apresentaram indicativos importantes e estão listados por grupo: Culpabilidade, Prevalência da Falhas, Influência do Trabalho e da Saude.

12.2 Grupo 1- culpabilidade

A mais importante informação se refere à contradição aos tradicionais mapas de inclusão do piloto nas causalidades dos acidentes. O percentual em questão indica hoje cerca de 80% da participação do piloto nos acidentes nas investigações oficiais e internacionais.

Os estudos da tese sob olhar sistêmico apontam valores diferentes, com a devida justificativa : 41,89% antes da automação e 32,85% após a automação

O piloto não cometendo erros (componente A0 (a-zero) somado ao componente a14- problema que impede ação do piloto) no acidente são: 41,89% - antes da automação (décadas 40-70) e 32,85 %- após automação (1980 em diante)

Não houve erro dos pilotos” participa com 35% de toda a amostra.

Os índices obtidos neste estudo contrariam os índices tradicionais de participação do piloto em acidentes (que apontam para 80% ou mais)

Utilizando nosso critério de contribuição dos pilotos nos acidentes a participação justificada e não participação é de 68%. Sobram 32% de acidentes com possível culpabilidade ou de imputabilidade dos pilotos.

O fator imprevisibilidade ou impossibilidade dos pilotos de agir corretamente não é contemplado pela lista original do Centro Nacional de Investigação e Prevenção de Acidentes. e, mesmo assim, ocorre cerca de 5% dos acidentes enquadrados nesta categoria em todos os períodos da amostra .

12.3 Grupo 2- prevalência da falhas

A prevalência dos tipos de falhas é significativa desde a época das aeronaves não automatizadas e continuando pela fase de automação até hoje. Os erros sob a perspectiva sistêmicas e cognitivas permanecem. há indicação que os pilotos não tem o treinamento e a sustentação do conhecimento continuado de técnicas de pilotagem e administração das modernas aeronaves.

Esta questão se agrava com a assincronia dos processos distribuídos entre computadores e pilotos que geram, muitas vezes, desconhecimento dos pilotos das ações promovidas pelos computadores e quando em situações emergenciais os pilotos tendem a agir mais por intuição cujos procedimentos não são seguidos ou não são permitidos ou são realizados de forma diferente pelos computadores encarregados da automação. A falta de capacitação e a incapacidade, considerados sob perspectiva diferentes, são componentes muito significativos nos índices de acidentes, consideramos a falta de capacitação é a negação ou a falha no processo cognitivo de aprendizado inicial e continuado e a incapacidade pode ser fenomenológica ou resultado de um processo originado em agravo de saúde ou psicosocial.

Existe grande participação do componente erro de procedimento- 17% antes da automação e 19% pos automação- toda amostra, 18,89 %.

Os erros de ação são 26% em toda a amostra e erro de decisão- 27%

Os erros de informação são 11,67% de toda a amostra.

Problema que impede ação do piloto caiu com a automação. Pode-se pensar que os responsáveis pela interface humano-máquina promoveram alternativas apoiadas por computador para a resolução de problemas emergenciais.

Os erros de ação e decisão não diminuíram com a automação e os erros de origem cognitiva igualmente não reduziram com a automação nas aeronaves.

A utilização da robótica e da mecatrônica auxiliando as decisões e ações dos pilotos não reduziriam drasticamente as falhas processuais na pilotagem de aeronaves.

Existe uma substancial diferença na presença do tipo de erro cognitivo (58,82 %) para vôos sem visibilidade e (29,79%) vôos com visibilidade(o dobro do índice)

Podemos estabelecer uma forte influência comportamental dos pilotos em vôos relacionado com vôo com e sem visibilidade.

O tipo de erro relacionado à decisão que também se mostra com muita diferença na visibilidade do vôo (mais do triplo para vôos sem visibilidade- 47% e 15,18%)

Ocorreram importantes variações de causalidades de origem ergonômicas demonstradas pelos itens que se referem à capacitação, treinamento e informações no cockpit que aumentaram, paradoxalmente e substancialmente com o advento da automação em aeronaves.

Isto nos faz supor que o fator conhecimento não está sendo tratado da maneira correta, acompanhando as grandes mudanças nas aeronaves.

Verifica-se um alto percentual de falhas de pilotos em proceder pousos/ e decolagens (mais erro de velocidade ou inapropriada, comandos travados, configuração da aeronave) que sugere a aplicação, neste caso, do termo incapacidade mas apontando eventualmente para necessidade de treinamento e capacitação. Ou este procedimento continuado. A surpresa é que além de alto percentual, o aumento deste item com a chegada da automação nas aeronaves.

O estudo sugere uma situação inadmissível na aviação, pois incapacitação é uma 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, Um indício peculiar que integra este componente 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. isto reforça o modo reducionista e superficial como se processa o laudo dos acidentes.

As falhas sugerem não só treinamento e capacitação mas também a necessidade de se estabelecer um formato diferente para realizar o processo de transferir e manter o conhecimento das técnicas de vôo e regulamento aeronáutico nas mentes do pessoal que tem responsabilidade de manter os aviões voando com segurança

12.4 Grupo 3- influência do trabalho e da saúde

Registros sobre aspectos da saúde mental e estresse dos profissionais de vôo estão presentes nos relatórios oficiais dos órgãos de investigação de acidentes de aviação em todo o mundo desde os seus primórdios. Os aspectos de saúde envolvidos com os profissionais da aviação não se restringem a questões individuais, sua repercussão é também coletiva posto que os acidentes com aeronaves envolvem, geralmente, centenas de pessoas. Problemas relacionados com saúde física e mental dos pilotos (fadiga, estresse, problemas fisiológicos e psicossociais) correspondem a 46 % dos fatores causais envolvidos nos acidentes com aeronaves.

A presença de condicionantes originados no Trabalho/Empresa pressionam substancialmente a competência do piloto na operacionalização de sua tarefa e está fortemente correlacionado com o vetor agravado de saúde:

O vetor saúde e trabalho estão presentes em quase metade da amostra (46%)

O vetor trabalho pressiona quase três vezes mais e o vetor saúde é quase o dobro em vôos sem e com visibilidade.

Existe correlação entre estes fatores saúde/trabalhista e a o tipo de erro cognitivo que é 58,82 % para vôos sem visibilidade e 29,79% para vôos com visibilidade

O vetor trabalho pressiona 50,84% dos acidentes onde existe participação do piloto de alguma forma. Igualmente o vetor saúde está presente com 49,03% neste tipo de ocorrência

A participação do piloto nos acidentes e incidentes (de forma direta, injustificada e de forma justificada) agragado ao vetor saúde ocorre em 88,89%, fato que reforça a hipótese que a pressão trabalho promove alterações na performance do trabalho.

As intensidades dos vetores trabalho/saúde e estresse/fadiga caminham juntos em todos os tipos de participação do piloto nos acidentes onde conjecturamos que a pressão do vetor trabalho tem forte influência em todo sistema

O sub-componente drogas,alcool, condição mental, cansaço/fadiga é alto nos dois períodos 26% para o período sem automação (décadas de 40 a final de 70) e 9% fase com automação (década de 80 até hoje).

Pelos dados apresentadosno estudo, podemos avaliar claramente que os agravos de saúde cresceram com a automação quando deveria ser o contrário

12.5 A construção e desconstrução dos padrões da mente do piloto

A grande questão centrada na competência continuada de um piloto está sedimentada exatamente na história dos “comportamentos” do humano e da máquina em diversas situações, mesmos as não críticas e não relacionadas a perigo imediato que conduziram a acidentes fatais. Os pressupostos utilizados (senso comum no campo na aviação) na capacitação e na tecnologia da aviação indicam que toda programação “ensinada” aos computadores e aos pilotos têm sido adequadas e corretas e ainda dentro de padrões internacionais e históricos. Mas porque acidentes acontecem, contrariando, muitas vezes, todo cenário técnico desenvolvido e instalado para funcionar com perfeição? É quase sempre “falha humana”? Porque os programas de capacitação de pilotos e aeronautas de forma geral não têm surgido o efeito total desejado se tem sido aplicados há tanto tempo? As falhas de origem cognitiva e sistêmica apuradas na pesquisa apresentam dados negativos para os resultados destes programas.

Existem teorias que afirmam que mente e pensamento são de fato a mesma coisa. (BONILLA, 2004). Poucos estudiosos ainda acreditam que mente, pensamento e cérebro sejam coisas independentes³⁴⁰ e afirmam que todas as funções mentais são fortemente influenciadas pelas memórias e vice-versa; mas são entidades separadas da mesma e com mecanismos próprios. Todos estes fenômenos por sua vez afetam a curto e a longo prazo a atividade nervosa e, dentro dela, as funções mentais, inclusive as referentes à memória. Há uma relação mente/corpo que é a base da atividade cotidiana de ambos. O estresse repetido pode alterar pressão arterial, frequência cardíaca, secreção gástrica de forma permanente.

Como prever, frente a uma determinada circunstância, se haverá algum resgate de informações que nos fará reagir de alguma maneira inesperada? O estresse repetido pode alterar alguns dos parâmetros fisiológicos (pressão arterial, frequência cardíaca, secreção

³⁴⁰ *Nós somos o que o cérebro gera, e nós entendemos o mundo da maneira como o cérebro consegue perceber o que está ao nosso redor, sobretudo de acordo com a forma pela qual consegue extrair informações do que nos cerca. Os sentimentos, os estados de ânimo e as emoções tem efeitos no sistema nervoso central e as respostas deste nos mecanismos regulam a percepção. Os sentimentos, as emoções e os estados de ânimo têm uma imensa influência sobre a memória. (Bonilla, L. (2004) As vias nervosas registram e regulam os sentimentos, as emoções e os estados de ânimo. Estes modulam através de receptores, cadeias de enzimas nas regiões corticais, entre elas o hipocampo e demais áreas vinculadas à memória, bem como outras áreas relacionadas à percepção e controle como o grau de alerta, a ansiedade e o estresse. (BONILLA, 2004). E prossegue afirmando que a mente humana abrange muito mais do que a memória. Nas funções mentais participam a percepção, o nível de alerta, a seleção do que queremos perceber, recordar ou aprender, a decisão sobre o que queremos fazer ou deixar de fazer, a vontade, a compreensão, os sentimentos, as emoções, os estados de ânimo e tudo que é englobado sob os conceitos de inteligência e consciência.*

gástrica) de forma permanente . Então levantamos um questionamento: Como prever, frente a uma determinada circunstância, se haverá algum cruzamento remoto de informações que fará o piloto reagir conforme citado, de alguma maneira inesperada ? Estas questões, em princípio, deveriam ser previstas por um formato de monitoração médica mas viável sob um paradigma diferente do atual, que não implementa esta função que evitaria muitos acidentes.

12.6 Os Problemas na operação Humano-Computador-A automação e as razões da falência dos padrões: O piloto pode falhar

O piloto, como quase todo ser humano, é vulnerável a fenômenos que podem modificar o comportamento previsto em postos de trabalho, quebrando a estabilidade do processo “cognitivo” coletivo e proporcionando condições que podem conduzir a acidentes. Em situações não normais de comportamento inesperado do Humano e muito mais perigosas e complexas o problema e a solução se agrava. A principal razão desta perspectiva é a variabilidade humana. Outra razão é o funcionamento irregular (vulnerável) da mente. Muitos atuadores de sustentação estão sendo cada vez mais automáticos tirando a sensibilidade do piloto para ações e reações para fazê-los operar. Isto significa desabilitação do piloto.

Dogmas como :..O piloto precisa “fazer parte “da aeronave !..O piloto “sente” o vôo no “corpo”! Estas palavras de ordem são progressivamente apagados ou atrofiados com o tempo. A automação promove a perda da sensibilidade do “piloto” em relação ao avião. É a troca: As novas tecnologias de segurança e automação versus a perda de sensibilidade da aeronave pelos cinco sentidos do piloto.

O vôo não precisa ser mais dependente integralmente do piloto durante todas as fases do vôo. Os instrumentos multifuncionais de tecnologia computadorizada e a robótica implementam muitas de suas funções. Resta ao piloto “monitorar” os computadores³⁴¹.

³⁴¹ Muitos pilotos não gostam da nova família de avôes “ Airbus” com seu stick substituindo o manche tradicional. Esta aeronave perdeu completamente a vista do aspecto humanizado e tem apagado a paixão pela arte de voar dos pilotos, visto que no Boeing, pareceria embaraçoso a importância de permitir a pilotos a “experiência mágica” de voar com o B777, como um piloto A320 confidenciou uma vez a um dos diretores da Federal Aviation Administration. Este piloto disse em seu relato: “não há nenhum toque mágico no vôo do A320, quando é todo o procedimento é uma experiência vazia”. E complementa que toda a linha aérea que tender a migrar para uma porcentagem substancial de seus pilotos com essa atitude, estará tendendo a ter sérios problemas futuros porque o piloto complacente é um piloto perigoso. Não devemos esquecer que no programa de lançamento de naves reaproveitáveis e comandadas como a Columbia e o Challenger, no estágio de pouso, quando a nave está na fase hipersônica, na reentrada da atmosfera, o comando fica a encargo absoluto dos computadores, porém quando está na fase de vôo subsônico e a nave precisa permanecer dinâmica e constantemente com ângulo de ataque de 14°. o comando da nave fica sob responsabilidade do ser humano, pois não foi possível, até agora o computador assumir esta tarefa de receber, processar e ter reações apropriadas nesta complicada etapa e atitude de vôo, substituindo, também, o homem dali até o toque na pista de pouso.

12. 7 O computador pode agir errado se não for programado adequadamente

Em situações normais estas situações devem ser previstas e devem ser incorporadas aos computadores mesmo que fujam aos aspectos cartesianos e da lógica clássica, estabelecendo nebulosidade entre o verdadeiro e o falso, entre o certo e o errado, entre o zero e o um, entre o preto e o branco, porque na vida real acontece desta maneira. Isto se traduz na necessidade de utilização da lógica fuzzy. 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 convivê-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 Federal Aviation Administration (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. O ser humano pode não saber se o computador está agindo para retirar a aeronave do perigo. Nem sempre o piloto sabe o que o computador está fazendo. 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 convivê-se também com o estado da arte na aviação refletida pela tecnologia emergente imposta nos equipamentos

A assincronia no processo de “aprendizado” das máquinas e dos humanos são um fenômeno amplamente conhecido na aviação. Os registros oficiais de acidentes do National

Transportation Safety Board mostram este problema. Podemos citar um caso claro de capacitação no acidente do Embraer Legacy com o Boeing da Gol no Brasil. Esta questão está até agora sem resposta: os jovens pilotos foram adequadamente treinados para acionar corretamente o equipamento chamado transponder cujo botão de acionamento/ desligamento se apresenta no painel da aeronave com muita similaridade e proximidade com outros? Um treinamento de cinco horas de voo não simulado para uma aeronave altamente automatizada e complexa é suficiente para capacitá-los a realizar uma pilotagem longa como Campinas (Brasil) – Atlanta (Estados Unidos) ? Estes pilotos com um histórico que, apesar de jovens, tem uma folha de pilotagem sem mácula mas neste voo cometem um erro que expôs perigosamente a aeronave que pilotavam ao acidente que vitimou 157 inocentes da outra aeronave e que por milagre não os vitimou também?

O computador pode bloquear ações do piloto por não saber se o humano está agindo fora dos padrões mas na realidade está retirando efetivamente o avião do perigo. Pode ocorrer insuficiência destas ações em sua programação (a história mostra). Suas lógicas são diferentes (clássica para os computadores e fuzzy para o humano).

Segundo Silva Filho (1999), os computadores de bordo nos 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. Prossegue o autor e piloto que 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.

Promover avaliações do processo de capacitação de pilotos e da programação dos computadores, para assegurar: Os ajustes no aprendizado precisam assegurar competências no desenvolvimento de uma rede de conhecimentos distribuídos Humano-computador que possa promover eventuais falhas em ações recíprocas. Hoje cada componente do controle Humano e Computador atua para suprir as falhas do “parceiro”. O sistema sendo corretamente planejado e “ensinado” não ocorrerão assincronias de comportamento.

A figura 156 representa a preparação de capacidades para controlar aeronaves altamente automatizadas, mostrando que ambos componentes (humano-computador) são planejados para agir em caso de falha de um componente.

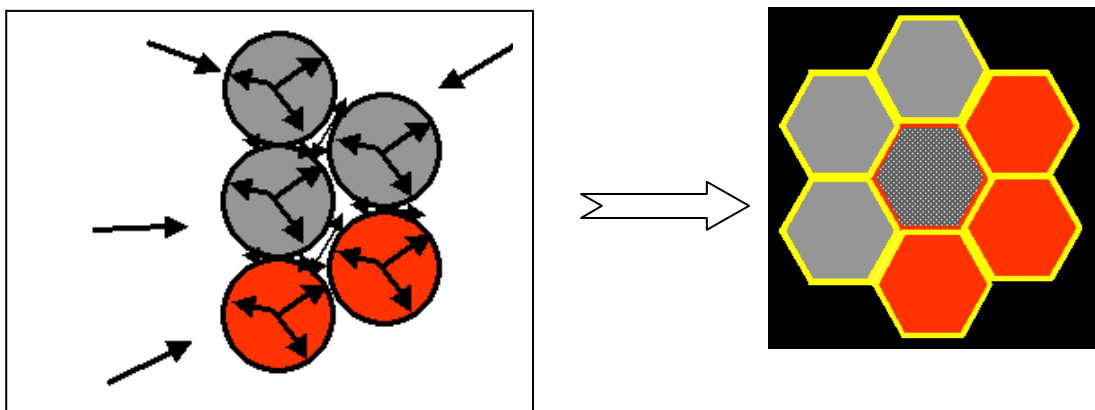


Figura 156 - As tensões na construção da “colméia de conhecimentos distribuídos” Humano-Computador . Inicialmente cada módulo tem a forma cilíndrica tal como em um módulo de uma colméia de abelhas. O tensionamento dos módulos entre si os “deforma” até a forma hexagonal. (estável, porém tensionado)
Fonte: elaborado pelo autor

Cada qual aprende a agir imediatamente se seus subsunçores apontarem para uma falha do parceiro. O resultado desta “invasão” e bloqueio de procedimentos é uma deformação desarmoniosa da colméia de conhecimentos distribuídos conforme simulado na figura 157.

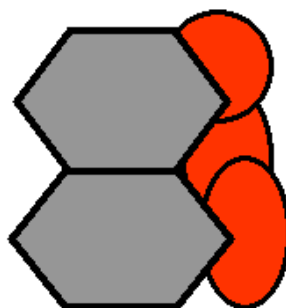


Figura 157- **Anomalias:** deformação na distribuição e execução de ações- Assincronia e instabilidade na simbiose humano-computador. O Resultado pretendido é a estabilização das competências justapostas e distribuídas conforme vimos na figura 156
Fonte: elaborado pelo autor

Esta situação precisa ser estável para evitar “invasões” de procedimentos de ambas as partes: Humano ou Computador. Esta é a situação mais frustrante de toda a aviação. O piloto faz seus últimos esforços para salvar uma aeronave e o computador atua com uma contra medidas. Ou acontece o caso contrário., o humano agindo para bloquear as ações do computador. Isto acontece porque:

- a. O computador não tem em sua programação, medidas não formais e cartesianas que foram adotadas imediatamente pelo piloto, pois sua lógica não é a booleana. O computador nesta situação avalia que o piloto está errando neste momento, pois foi “ensinado” a agir assim.
- b. O Humano desconhece toda programação do computador e a que se refere.
- c. Não existe uma capacitação que simula, avalie e promova correções necessárias

Casos de efetividade destas situações: Ambas em São Paulo³⁴² no aeroporto de Congonhas, coincidentemente com a mesma empresa de aviação. Estes e outros acidentes e inúmeros incidentes mostram uma grande desincronização da lógica computacional e a lógica humana sugerindo que a mente do piloto não se harmoniza perfeitamente com a nova automação na aviação. É fato conhecido nos processos de investigação de acidentes com aeronaves que estas eventualidades não são resultado de uma falha, apenas. São vários fatores em conjunção, que vão se encadeando como se fossem os elos de uma corrente, até completar o cenário perfeito para que o sinistro ocorra. Considerando como exemplo, o acidente de Congonhas com o Airbus, ao que tudo indica, não se constatada qualquer evidência contrária, que a aeronave A 320 que se acidentou quando fazia o vôo JJ 3054, tinha disponíveis os "spoilers" e ambas manetes funcionando normalmente³⁴³.

Hoje multiplicaram as tarefas dos pilotos, aumentaram os pesos dos aviões, ampliaram o número de passageiros, ficaram maiores as velocidades de pousos e decolagens, diminuiu-se o número de homens no cockpit mas máquina biológica chamada ser humano não se modificou estruturalmente nestes últimos milhares de anos. Como saber seus limites?

O impacto na saúde e as conseqüências da sobrecarga cognitiva gerada pela substituição das ações de “pilotar aviões” pela tarefa de monitoração de mostradores e de painéis, na mente dos pilotos ao controlar modernas aeronaves registra disfunções correlacionados aos preceitos técnicos, principalmente no foco da aeromedicina e da ergonomia, que nitidamente não foram seguidos no projeto da aeronaves como o Airbus A320, que em nome do modernismo que, por exemplo, substituiu os manches tradicionais de coluna por “joy-

³⁴² Os dois acidentes, o primeiro com o Focker 500 que caiu no bairro do Jabaquara e o outro, conhecido e recente acidente com o Airbus A320 que atravessou a pista e caiu na Av. Ruben Berta. (ambos com todos os ocupantes mortos). Ambos apresentaram “desentendimento” dos computadores com os pilotos.

³⁴³ - não havia "manete travada" - ao contrário do que publicou uma conhecida revista semanal. Aliás, esta é a primeira vez que pessoas da aviação ouviram falar em manete travada, coisa quase impossível no Airbus, já que não há ligações mecânicas. Apenas elétricas.

sicks” com a ausência de sincronia entre eles, uma programação de computadores cuja forma de operação não é transferida totalmente para os pilotos ferindo os ensinamentos verificados na ergonomia informacional. Vários pilotos já confessaram, inclusive nos relatos da FAA (Federal Aviation Administration) que “algumas vezes não sabem ao certo o que os computadores de bordo estão fazendo”.

12. 8 Incompatibilidades operacionais crescentes no ambiente de tráfego causadas pelas novas tecnologias na aviação

Determinadas características foram adicionadas, como novos instrumentos³⁴⁴. A Federal Aviation Administration (1996) tem registro de numerosos exemplos, entretanto, que fornecem a evidência das incompatibilidades entre aviões altamente automatizados e o ambiente do serviço do tráfego aéreo. Nas discussões da equipe de grupos de estudo com pessoal de apoio de terra (manutenção, torre de controle, carregamento de bagagem e tração de aeronaves), pilotos, e fabricantes de *avionics* (sistemas de comunicação de bordo), há um grande consenso que estas incompatibilidades representam alterações significativas que impactam 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 e aumento do *workload* e do estresse para as tripulações de aviões altamente automatizados enquanto tentam reprogramar a informação revisada da chegada. Ou então, as tripulações podem ser forçadas a reverter a níveis mais baixos da automação, desse modo negando algumas vantagens que estiveram disponíveis. É fato que existe uma rejeição a algumas inovações advindas da automação.

³⁴⁴ o indicador de situação horizontal eletrônico (como "exposição do mapa de movimento"), que auxilia a tripulação para visualizar e compreender as implicações destes afastamentos.

12.9 Aspectos do instrumento de trabalho que causam agravos na saúde do piloto

Uma circunstância relacionada com o avião que gera estresse e fadiga de pilotos se refere à perspectiva de fogo a bordo em um artefato que carrega milhares de litros de combustível e está muito longe da terra quando em vôo cruzeiro. Também gera apreensão, o projeto de proteção, detecção e manipulação eficaz de fogo oriundo de curto-circuito elétrico a bordo³⁴⁵. A equipe da FAA (Federal Aviation Administration) responsável por estudos de fatores humanos e de novas interfaces automatizadas (1996) relata o 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 aéreas³⁴⁶.

Se uma pessoa tiver que lidar com um foco de 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 nos aviões³⁴⁷ mais conhecidos. A indústria da aviação não tratou adequadamente o problema do fogo elétrico em vôo e o estão tratando negligentemente Federal Aviation Administration (1996).

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. Este trabalho adicional de monitoração e o aumento do volume de informações cria invariavelmente uma sobrecarga emocional e cognitiva causando cansaço e estresse.

Segundo um grupo de estudos ergonômicos da FAA (Federation Aviation Administration) dos Estados Unidos, este cenário é muito pouco olhado pelas administrações das Empresas de aviação e mais gravemente, pelos próprio fabricantes que cada vez mais introduzem mais edições de dados nos displays dos *Glass cockpits* não levando em conta as conseqüências

³⁴⁵ Como acontecido tragicamente no vôo 111 da Swissair perto de Nova Escócia em 2 de setembro 1998.

³⁴⁶ Os Airbus A320, A330, A340 e os Boeing B777, MD11 não voam sem eletricidade, ao contrário de uma geração mais antiga como o Douglas DC9 e o Boeing B737.

³⁴⁷ como o Boeing B777 e os novos Airbus.

fisiológicas, emocionais e cognitivas destes novos projetos. 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 vôo é realizada por estes dois pilotos, incluindo procedimentos de emergência, que deveriam estar sendo monitoradas ou re-conferidas. Isto é somente possível em um cockpit com três tripulantes ou em um cockpit de operação muito simples³⁴⁸.

Os registros de acidentes dos órgãos oficiais como a National Transportation Safety Bureau, dos Estados Unidos e a Central de Investigação e Prevenção de Acidentes, do Brasil mostram que algumas dificuldades encontradas na operação, na manutenção ou mesmo no treinamento de aeronaves, que poderiam afetar a segurança de vôo, não está sendo rapidamente 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.

³⁴⁸ Segundo a FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, o único cockpit com dois pilotos que vai ao encontro deste critérios é a cabina do velho DC9- 30. e a cabine da série de MD11.

12.10 Espaço, organização dos assentos e acessibilidade em aeronaves - um eterno problema ergonômico

As portas de entrada e saída de aeronaves sempre foram motivo de grande preocupação para pilotos e para passageiros. Um incontável número de problemas, mesmo que raramente possam acontecer, podem provocar variações de estado emocional, alterando o equilíbrio, a capacidade e a habilidade de pilotos. O problema vem desde a Segunda Guerra onde os aviões bombardeio, muito comuns, tipo Michell B25 fabricado nos Estados Unidos ou o Inglês Mosquito tinham o acesso principal por uma pequena porta em baixo que dificultava muito a saída em caso de emergência no pouso ou de fogo anti-aéreo.

Mesmo com a automação existente hoje em dia, os temores referentes a problemas de emergências velados têm reflexos no estado emocional dos pilotos que quase nunca são revelados por pena de demérito. Tais problemas pode ser devidos à necessidade de atenção para os casos de saída rápida emergencial. Em aeronaves menores também encontram-se estes problemas de acessibilidade e de saída rápida. O acesso ao posto de pilotagem do piloto principal no avião Piper Seneca é realizado por uma única porta localizada ao lado do co-piloto.

Estruturalmente isto reforça o núcleo da aeronave (tipo monochoque) mas dificulta quase de forma drástica a saída do piloto em caso de fogo à bordo se o co-piloto estiver desacordado ou ferido ou mesmo sem vida. Vemos nas figuras 158a e b a única porta de acesso dos pilotos na frente do Sêneca II onde o piloto depende de vários movimentos e de sorte para sair rápido da aeronave em caso de emergência. Uma outra difícil saída seria pular para a parte de traz do avião e tentar sair pela porta dos passageiros, após o escape destes.



Figura 158a e 158b - O avião Piper Seneca em terra e em vôo e a porta de saída dos pilotos. A seta à esquerda indica a porta frontal . A seta à direita a ausência de uma porta no lado do piloto.

Fonte: acervo do autor (2008)

Uma força aérea de um país na Europa³⁴⁹ determinou a admissão de pilotos vinculada a parâmetros antropométricos como limites de alcance do campo visual sentado, tamanho das pernas e outros limitadores. Uma empresa de aviação europeia admitia comissárias com uma altura mínima, tendo sendo ampliado este critério para muitas outras empresas de aviação europeias. Mas empresas asiáticas não puderam ou podem adotar alguns deste modelos devido às óbvias diferenças étnicas, causando alguns problemas institucionais, pois algumas destas empresas fazem escala em países asiáticos e precisam ter tripulações locais, principalmente comissários. Estes não se enquadram Assim, tais critérios antropométricos determinados pelas administrações das empresas matrizes não se adéquam ao que é efetivamente adotado.

³⁴⁹ Hawkins(1990),

12.11 A saúde em risco – A falta de preocupação com aspectos antropométricos e biomecânicos

Nem sempre as facilidades de acessibilidade estão em sincronia com a segurança. As enormes portas de acesso ao compartimento de carga das grandes aeronaves, projetadas para colocar e retirar cargas muito rápido, tem provocado situações onde o travamento não é perfeito e acidentes têm ocorrido.

Em antigas aeronaves, os assentos eram confortáveis poltronas. Mas dispositivos móveis em vôo são um perigo de segurança e por isto os assentos são firmemente presos no assoalho. Entretanto, as linhas aéreas querem flexibilidade para ajustar configurações na cabine dos passageiros ou mesmo para removê-los. Assim, os assentos são unidos a trilhos no assoalho ao longo da fuselagem do avião e se a linha aérea quiser reconfigurar estes assentos, esta será uma operação razoavelmente simples. Um mecanismo para reclinar é adicionado a estes equipamentos para aumentar o conforto de passageiro. Também existem bandejas para alimentação e para leitura. Em pequenas aeronaves e em curtos trajetos alguns destes confortos adicionais podem não ser instalados. Por exemplo, uma Empresa no Oriente médio instalou assentos não-reclináveis e sem bolsos no assento com os manuais de segurança. Tipicamente este é um tipo de assento com um anteparo traseiro obstruindo a ação de reclinar.

O design de muitos equipamentos de bordo faz uso das medidas do homem: coletes salva-vidas, saídas de emergência, máscaras de oxigênio, carrinho de serviço de lanche, pias de banheiro, cintos e tudo o mais, pois afinal o humano é o seu propósito. No local de instalação destes aparatos, o conhecimento do tamanho, peso, envergadura dos usuários seria necessário para determinar a acessibilidade. O projeto das empunhaduras do manche de controle na cabine de comando depende dos tamanhos das mãos e da força a ser aplicada, principalmente nas novas aeronaves onde a força é simuladamente aplicada porque os sistemas de passagem de controle para as superfícies móveis e os comandos dos manetes são elétricos³⁵⁰. Mas as diferenças antropométricas entre pilotos é muito significativa e pouco é observada.

Estudos de Hawkins (1990, 92) apresentam casos em que a aplicação de comandos por pilotos em determinadas situações se apresentou impraticável conduzindo a acidentes. Casos são apontados formalmente pelos relatórios da FAA (Federal Aviation Administration, 1999)

³⁵⁰ *(Fly-by-wire)- aviões utilizando fibra ótica e condutores elétricos para suporte aos instrumentos de controle*

e testemunhos informais citam casos em que comissárias pedem auxílio a passageiros para acionar alavancas que abrem pesadas portas de saída no interior de grandes aeronaves. Isto contraria frontalmente os principais princípios ergonômicos.

Uma nova concepção para certificação de aeronaves de longo alcance é uma área de descanso para a tripulação. Este critério contraria frontalmente os interesses de *carga-paga* determinada pelas Empresas e tem sido mascarada com poltronas “especiais ao fundo das aeronaves”. Ali já se situavam poltronas para comissárias.

A atitude desmesurada com o “Pay-Load” (carga-paga) das Empresas de aviação em nome da automação retirou, das aeronaves mais modernas, um “componente redundante e desnecessário”, que era um importante recurso humano auxiliar no cockpit, o engenheiro de vôo. Sob a desculpa da “economia-trazida-pela-automatização” este humano que tanto auxiliava os pilotos no pouso e decolagem somando na tarefa de monitoração dos sinais e importantes mensagens dos instrumentos, da aeronave, do vôo e do meio-ambiente.

Muitos pilotos, veladamente, afirmam que se existisse a presença deste elemento humano auxiliando na cabine do avião acidentado em São Paulo em Congonhas, talvez este auxiliar pudesse observar que os manetes estavam em uma posição que foi mal interpretada pelos computadores de bordo, acelerando e não freando o Airbus .

Diferenças entre alimentação e condicionantes de prevenção médica e treinamento apresentam resultados diferentes de performance física entre pessoas de etnia diferentes, estabelecendo mais e mais elementos diferenciadores entre humanos. Os impactos destas diferenças ocorrem nas técnicas de pilotagem, nas atividades de manutenção, de transporte de carga para aeronaves, de inspeção e que estão absolutamente atrelados a equipamentos, dispositivos simuladores que são normalmente dimensionados, projetados, construídos ajustados para populações locais. Mas devidos a problemas comerciais estes aspectos estão sendo observados pelos fabricantes e mantenedores de equipamentos e artefatos na aviação, principalmente com o avassalador crescimento do mercado asiático, onde a preocupação de conquista e sustentação daquele grande mercado é cada vez maior.

Capítulo 13 – Conclusões e recomendações

13.1 O construto da melhoria da saúde e proteção social aos vôos com risco de acidente

A pesquisa qualitativa obteve importantes respostas cujos discursos consolidam os elementos de nossa hipótese. Muitos pilotos afirmaram que o estado emocional muda com o vôo sem visibilidade. A pesquisa quantitativa derivada das análises dos acidentes apresenta indicadores que quando agregados a estes e tratados em conjunto (sistêmico), podemos verificar uma substancial ocorrência de problemas em vôos sem visibilidade. Uma perspectiva de construto de saúde física e emocional, o paradigma de promoção à saúde, promoveria maiores benefícios como autoestima, segurança emocional e resiliência, permitindo um enfrentamento muito maior aos vetores que provocam agravos na saúde do piloto.

Os estudos nos levam a crer que o estado emocional dos pilotos que fica afetado em vôos noturnos ou sem visibilidade ou com mau tempo mas que não existem concretamente diferenças maiores nas normas e preceitos de segurança preconizados pela aviação em geral. Uma consequência, caso este assunto fosse tratado com mais amplitude, seriam cuidados traduzidos em avaliações, treinamento, seleção de pilotos para estes vôos nestas condições, que são muito freqüentes e que deveriam ser conduzidos de forma diferente. O processo de treinamento também deveria diferenciar mais enfaticamente o cenário de vôo sem visibilidade.

A capacitação aparenta conter um paradoxo uma vez que se sabe que estes profissionais recebem treinamentos periódicos, tem escolaridade elevada e capacitação técnica de alto nível. No entanto, acontecem problemas relacionados à operacionalização do aprendizado que pode estar influenciando para a redução de sua capacidade cognitiva, tornando-o, na prática, relativamente incapaz de exercer sua atividade com mais eficiência e segurança.

13.2 O paradigma de promoção à saúde e a resiliência como processos de superação de problemas

A resiliência ainda é pouco difundida, na prática, em saúde conforme registram Assis et al. (2006) e muito menos é uma adoção paradigmática na medicina aplicada à aviação. Se o piloto se posturar com um enfrentamento positivo, atitudes construtivas derivadas auxiliariam a resolução das adversidades e das dificuldades indefensáveis do seu tipo de trabalho. Esta forma de enfrentamento traz, embutida, a noção de que esta atitude é um processo para lidar com os problemas. Esta seria uma forma, se incentivada e doutrinada nos pilotos de superação das dificuldades e auxiliaria estes trabalhadores a proceder a uma forma construtiva de reorganizar a vida após um problema.

13.3 Treinamento dos pilotos como fator preponderante para entendimento da moderna automação

Segundo citação de Dr. Madeiras De David (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 Federal Aviation Administration (1996) foram encontrados registros de empresas de aviação que relatam a natureza e a complexidade de plataformas de vôo automatizadas. Estas complexidades resultam em necessidades de conhecimento adicional para os pilotos sobre o funcionamento diferenciados destes subsistemas e as modalidades automatizadas.

As investigações da indústria mostraram que as complexidades das plataformas de vôo automatizadas induzem os pilotos a desenvolverem modelos mentais demasiadamente simplificados ou errôneos sobre a operação de sistema, particularmente sobre a lógica da transição da operação de modo manual para operação em modo automático.

O normal dos departamentos de treinamento é ensinarem como controlar os sistemas automatizados em situações normais e não a ensinarem a administrar situações diferentes das que pilotos poderão eventualmente encontrar. Segundo a Federal Aviation Administration, 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 vôo. 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.

Avaliando erros de desempenho, qualificação e treinamento de tripulações, procedimentos, operações, e regulamentos, possibilita-se compreender os fatores que contribuem para os erros.

Freqüentemente, os erros dos pilotos podem, facilmente, à primeira vista, ser 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 se antecipar a estes erros e fazer um exame da ação corretiva preventiva antes da ocorrência de uma situação potencialmente perigosa. A equipe da Federal Aviation Administration 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 vôo para contribuir com a redução de erros dos pilotos e com os problemas de desempenho humanos que induzem a falhas e acidentes.

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, fornecem a evidência das deficiências no projeto e na certificação. Embora esse acidente destacasse 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 vôo da maneira e a velocidade vertical que são indicados no FCU (*Flight Control Unit*- unidade de controle de vôo).

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 Federal Aviation Administration 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 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. E olhando pelo lado humano, reduzirá perdas de vidas desnecessárias.

13.4 Um novo formato na operacionalização das tarefas e adoção de uma postura mais pró-ativa em relação à saúde

A tripulação que, pela nova organização de trabalho, estava em um nível baixo de atenção, agora precisa conhecer a natureza do problema, comunicar-se 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. Neste caso, a falha entre as tripulações com os computadores de bordo, o sistema complexo de voo e controle da aeronave poderá ficar seriamente comprometido.

Existem muitos casos em que este cenário conduziu a acidentes, pois como o comandante não percebeu o que estava acontecendo e não tinha os comandos do avião na mão, só pode reagir quando a aeronave perdeu o controle.

Acontecem conseqüências irônicas na evolução tecnológica. Tirando as tarefas mais simples do operador, a automação tende a tornar as tarefas mais complexas ainda mais difíceis. Muitos projetistas de sistemas tratam o ser humano como não confiável ou ineficiente (ou um *redundant component*)³⁵¹. 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.

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.

A prática da doutrina de desenvolvimento e da serenidade necessária para dirigir uma máquina complexa como uma aeronave altamente automatizada, está muito condicionada à confiança neste equipamento, treinamento e bom resultado da ergonomia aplicada. Como citamos, o paradigma de produção de saúde e preceitos de resiliência são parte fundamental deste caminho

³⁵¹ O termo *Redundant Component* aparece nos primórdios do programa espacial americano quando os cientistas alemães responsáveis pelo lançamento do primeiro artefato ao espaço relutavam em agregar o ser humano na nave (cápsula) porque não viam utilidade deste e se referiam aos chamados "astronautas eleitos" por este termo pejorativo e "notável pela inutilidade", como veladamente eram referenciados.

13.5 Aspectos cognitivos de *checklists*³⁵² automatizados ou *checklists* tradicionais. – o dilema da escolha, na prática, em aeronaves modernas

As aeronaves modernas utilizam computadores e sistemas digitais em larga escala. Os preceitos que disciplinam a interação e interfaces entre o homem tem uma grande importância para os aspectos de segurança e prevenção de acidentes, pois destas técnicas dependerão a perfeita compreensão e interpretação das mensagens tratadas pelos computadores e pela tripulação dos aviões para pilotar estas máquinas. Com foco no design da informação, a tarefa relacionada com o uso referenciais documentados chamados *checklists*, que são parte integrante de inspeções e análise do cumprimento de seqüências de tarefas pelas tripulações, durante varias fases do vôo de aeronaves e em especial, em situações de emergência.

Os designers de cockpits adotam em algumas aeronaves mais modernas, estes *checklists* no formato eletrônico nos painéis computadorizados das novíssimas cabines como solução natural dos recursos tecnológicos disponíveis. Mas devemos considerar vários aspectos para uso de referenciais já histórica e amplamente funcionais quando pensamos em modificarmos seus formatos apenas pela razão da tecnologia disponível. É o uso da tecnologia em nome da tecnologia. O acesso à informação deve ser fácil, rápido e de modo prático. O aspecto negativo principal do modo eletrônico, em tela de cristal líquido é que está incentivando designers do cockpit a fornecerem uma sobrecarga de informações para serem assimiladas pelos pilotos. Os projetistas dos novos aviões deveriam considerar o que os pilotos necessitam, e não que projetistas pensam que os pilotos devam ter. O aumento da carga cognitiva para o piloto tratar mais informações é evidente.

Os dispositivos automáticos têm gerado uma crescente discussão versando sobre o desagrado dos pilotos, que aponta invariavelmente para a opinião polêmica destes profissionais não serem representados *strictu sensu* nestas aeronaves automatizadas. A maioria dos aviadores tem se apegado nos aspectos tradicionais dos procedimentos obrigatórios de verificação e conferência das atividades nas diversas fases do vôo nos manuais e listas (*checklists*) em papel, livretos e cartões plastificados ao invés de verificações em displays automatizados (*paperless checklists*).

A maioria de empresas de linhas aéreas dispensaram as verificações silenciosas e substituiu esta com “o desafio e a resposta” com o *ckecklist* (lista de verificação) confirmado

³⁵² Na prática, no meio da aviação ninguém saberia o que significa “lista de verificação”. Tal como na informática, algumas palavras foram incorporadas ao colóquio. Checklist é uma delas. (Nota do autor)

e verbal, alto e claro³⁵³. Projetos podem consistir em sistemas inteiramente novos com atualização de sistemas e/ou partes existentes, ou mesmo re-design 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 da tripulação. Em vários aspectos, a automação avançada da cabina do piloto adicionou extremas habilidades à tripulação para operar com segurança dentro dos limites do ambiente do tráfego aéreo. Trajetos complexos da partida e de aproximação, estabelecimentos de níveis de vôo (rotas), navegação, etc. podem ser pre-programadas, reduzindo o *workload* (sobrecarga cognitiva e emocional) da tripulação aliviando o trabalho, para a maioria da tarefa de pilotar e parte, para ajustar-se aos afastamentos determinados pelo tráfego aéreo.

Um checklist deve estar em uma posição onde se possa facilmente observar, quando o piloto se desviar dos instrumentos em *windscreen* (telas de vídeo), 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 por instrumentos (pilotagem apoiada em instrumentos de comunicação com a terra e com os satélites). Esta característica é particularmente importante no *taxiing* (movimento em terra) em áreas terminais congestionadas, similares à aproximação de pouso por instrumentos. É virtualmente impossível decolar ou pousar sem concluir o checklist, e enquanto não for concluída, esta deve permanecer dentro do campo de visão dos pilotos ao desviar o olhar dos instrumentos até que o último item tenha sido verificado. Os dados do desempenho devem estar situados em um guia de referência rápida separada (QRH) e ou cartão plastificado. As vantagens dos checklists emergenciais em s dedicados, plastificados e finos incluem ferramentas para ação emergencial e específica, fáceis de localizar, se estiverem em um 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).

³⁵³ Este tipo de procedimento (protocolo de verificação positiva) apresenta duas vantagens distintas sobre uma verificação silenciosa no caso de ocorrência negativa. Estas vantagens são:

- O ato de fazer um callout (chamada para verificação) positivo transforma-se em um lembrete muito poderoso para a tripulação executar realmente a verificação. As verificações silenciosas tornam-se invariavelmente esquecidas, especial no calor do momento em que as coisas começam a falharem.
- 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. (Crivo do autor).

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).

13.6 Os cuidados, os desafios e em monitorar a sustentação, a capacidade e a capacitação do piloto

Lições aprendidas a partir de acidentes nos mostram cada vez mais que o tema *CAPACITAÇÃO, SAÚDE MENTAL E EMOCIONAL* quando relacionado ao profissional da aviação apresentam preciosas avaliações em sua história que precisam a todo custo ser respeitadas. A negligência aos ensinamentos adquiridos nos primórdios dos estudos ergonômicos, na avaliação das tarefas dos pilotos nos remete a olhar a epistemologia da Ergonomia, na Segunda Guerra, com Fitts e Jones ao analisar os acidentes e as mortes na aviação, cujas origens recaíram em erros humanos devido a razões de usabilidade e outros preceitos ergonômicos não adotados na construção de aeronaves. Confrontando séries históricas dos acidentes com aeronaves com fatores cognitivos, aeromédicos e psicossociais, causais dos acidentes na aviação em nossa pesquisa da tese confirmamos que as informações obtidas denotam comportamentos não planejados com forte vetor pressionador de origem emocional e de falhas cognitivas³⁵⁴. Uma visão mais clara das origens cognitivas e emocionais que têm contribuído com os acidentes aeronáuticos auxiliarão à aviação, em geral, a compreender a mente e comportamento do piloto no cockpit convivendo com computadores. Com isto, será possível promover processos mais eficientes de suporte à capacitação e à monitoração deste profissional na aviação e a classificar com mais precisão, as causalidades de acidentes com aeronaves propiciando soluções de segurança mais rápidas, precisas e apropriadas.

³⁵⁴ Isto serve de subsídio para reflexões que devem se originar em extratos dos trabalhos realizados em psicologia da aviação como as publicações da Universidade de Lund (Alexanderson, 2001) da Suécia, dos trabalhos publicados por Dekker, Shappell, Wiegman e outros cientistas no *THE INTERNATIONAL JOURNAL OF AVIATION PSYCOLOGY*, da Inglaterra (de 1998 em diante) e aos inúmeros trabalhos de Dekker no *SWEDISH CENTER FOR HUMAN FACTOR IN AVIATION* (2001, 2002, 2003, 2004) da Suécia para contribuir com a análise crítica e específica do problema, objeto da pesquisa, ampliando o espectro, robustez e entação dos resultados.

13.7 Grupo de recomendações técnicas que podem salvar vidas (rt's)

Os sistemas de detecção e proteção de fogo e falhas do sistema de vôo e motor nas aeronaves modernas passam pelo sistema automatizado. Isto significa se este sistema falhar ou mesmo for atingido pelo fogo, não há como detectar ou extingui-lo.

RT -1) Um problema na automação: Os sistemas de detecção e proteção de fogo

Uma possível solução seria um barramento elétrico extra e independente para caso de fogo a bordo³⁵⁵. 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 primário³⁵⁶ 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 (corrente alternada) dos circuitos elétricos normais (posicionando todos os relés do campo do gerador em *OFF*),
- Desconectar fisicamente a bateria da fiação elétrica DC (corrente contínua),
- 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*).

³⁵⁵ Chamado de (*Virgin Electrical Bus*).

³⁵⁶ e ou *Air Driven Generator (ADG)*

A Federal Aviation Administration 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 (*Virgen Bus*) necessita muito trabalho no projeto para inúmeras considerações na engenharia como:

- Instalar o roteamento do barramento elétrico alternativo (*Virgen 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 vôo 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 Federal Aviation Administration não têm esta capacidade.

RT-2 Alerta de fogo ou falha no motor

Fogo de motor em vôo 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 vôo. 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 Federal Aviation Administration e o National Transport Safety Board (Estados Unidos), ZAA (Nova Zelândia) e Centro Nacional de Investigação e Prevenção de Acidentes (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 vôo), 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, onde 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*) (Vide nota 210) 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 Federal Aviation Administration sugerem que os métodos e dispositivos tradicionais apresentam, para os pilotos, quatro oportunidades de agir 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 (figura 159– extintores do MD80).



Figura 159- Extintores de fogo do MD80
Fonte: acervo do autor(2004)

RT-3 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.

Referências

A-320 TYPE Reports. Toulouse, France: Airbus Aviation Safety Reporting, Feb 26, 1992.

ABBOT, T. Designing for the User, Task.Oriented Display Design. **Aviation Medicine Aviation Space Environment Medicine Journal**, Alexandria, Virginia, USA, n. 73, p. 11-89, Fev. 1995.

ABBOT, T. Aviation Safety/Automation. **Aviation Medicine Aviation Space Environment Medicine Journal**, Alexandria, Virginia, USA, v.32, p.34-56, Jul. 1995

ABBOT, T.; ROGERS, W. Cockpit Integration Technology. **Aviation Medicine Aviation Space Environment Medicine Journal**, Alexandria, Virginia., USA, n. 78, Dec. 1995.

ABBOTT, T. **The Interfaces Between Flightcrews And Modern Flight Deck Systems.** Orlando, USA: Human Factor Team, Federal Aviation Administration Human Factors Team Report, 1996.

ACOSTA, J. **Natural y Moral de las Indias.** London: Blount and Ashley, 1604. Original Seville, 1590.

AIRBUS INDUSTRIE. **A300-600 Accident at Nagoya on Abr. 26, 1994.** Toulouse, France:Airbus Reports, 1994.

AIRBUS INDUSTRIE. **A310 incident at Orly. Accident brief.** Toulouse, France: Airbus Reports, 1994.

AIRBUS INDUSTRIE. **A310-300 Incident at Paris, Orly on set. 24, 1994.** Toulouse, France: Airbus Reports, 1994.

AIRBUS INDUSTRIE. **Interflug. Nose Up. During Go Around Procedure. Incident Report.** Toulouse, France: Airbus Reports, 1991.

AIRBUS INDUSTRIE. **Narrow Body Family. Man.Machine Interface Improvements Done Upon Airline Request.** Toulouse, France: Airbus Reports, 1995.

AIRBUS INDUSTRIE.A310 **Incident in Orly. Telex.** Toulouse, France: Airbus Reports, 1994.

AIRCRAFT OWNERS AND PILOTS ASSOCIATION. G.LOC, Could it happen to you?, **AOPA Magazine**, Australia, v. 43, n. 8, p. 56-62, Aug. 1990.

AKSNES, E. G. Effect of small doses of alcohol upon performance in a Link trainer. **Journal of Aviation Med.**, Lund, Sweden, v.34, p.674-689, 1954.

ALBANESE, R.A. et al. **Human operator analysis of pilot performance in a Link GAT-1 trainer at three dose levels of ethyl alcohol.** Mariland: USAF School of Aerospace Medicine, 1975 .

ALEXANDERSON, ERICK **Human Error in Aviation – An overview with Special Attention to Slip and Lapses.** Lund: School of Aviation, 2003.

ALHA, A. R.; TAMMINEN, V. Detection of alcohol in aviation and other fatalities in Finland. **Aerospace Med. Magazine**, Finland, v. 42, p. 564-568, Jan. 1971.

ALKOV, R. A.; GAYNOR, J. A.; BOROWSKY, Michael S. **Pilot Error as a Symptom of Inadequate Stress.** Aviation, Space, and Environmental Medicine Journal, New York: 1985.

ALMEIDA, F. Qualidade de vôo parte 1. **Revista Skydive**, São Paulo, ano 2, n. 14., p. 36-41, 1995.

ALMEIDA, F. et al. **Principles and Practice of Aviation Medicine.** Baltimore: Williams Wilkin, 1939.

ALMEIDA, F. Qualidade de vôo parte 2. **Revista Skydive**, São Paulo, ano 3, n. 15, p. 52-57, 1996.

ALMEIDA, F. Transdisciplinaridade e Saúde Coletiva. **Cienc. Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 1/2, p. 5-20, 1997.

AMORIM, C.A. **Proposta de um modelo fuzzy para apoio à tomada de decisão no Controle de Tráfego Aéreo do Aeroporto Internacional de Salvador.** Salvador: Departamento de Ciências Exatas e da Terra, Colegiado de Análise de Sistemas, Universidade do Estado da Bahia, 2007.

ANDERSEN, H. T.; LUNDE, O. Pregnancy. A cause for gmunding female aircrew. Royal Norwegian Air Force institute of Aviation Medicine. In: FEMALE CONFERENCE, 11., 1990, London. **Anais**. London, 1990. p. 240-242.

ANDRADE, M. . **O Trabalho do Aeronauta**. Rio de Janeiro: A Coppe – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia,UFRJ , 1982.

ANDREOLI, S. B.; BUSNELLO, E. D. Morbidade psiquiátrica em regiões metropolitanas do Brasil. **Informe Epidemiológico do SUS**, Brasília, DF, v.12, p. 73-78, jan./fev. 2003.

ANGELIS, D. et al. **Disfunção Autonômica Cardiovascularno Diabetes Mellitus Experimental. Patologia do trabalho**. São Paulo: Atheneu, 2006.

ANON, M. Background music as an aid to productivity. Improving fault detection in high ambient noise conditions. **Report of the Ergonomics Information Analysis Centre**, New York, v.45, p.333-355, Nov.1972.

ANTHONY, E. J. **The syndrome of the psychologically invulnerable child**. The child in his family. New York: John Wilcy, 1974.

ANTONOVSKY, A. A call for a new question. salutogenesis. and a proposed answer the sense of coherence. **Journal of Preventive Psychiatry**, London, v.87 p.123-155, 1987.

ANTONOVSKY, A. Health, stress and coping. **Aviation Medicine Aviation Space Environment Medicine Journal**. Alexandria, Virginia, USA, n.77, 122 p., Jan.1979.

ANTONOVSKY, A. **Unraveling the mystery of health, how people manage stress and stay well**. San Francisco: Jossey Bass, 1987.

ARAÚJO, I. **Influência da formação, em futuros profissionais de saúde, em concepções saúde/doença, educação para a saúde e sua implementação**. Braga: Universidade do minho instituto de educação e psicologia, 2004.

ARAÚJO, J. D. Polarização Epidemiológica no Brasil. **Informe Epidemiológico do SUS**, Brasília, DF, v.11, p. 23-25 , nov./dez. 2002.

ARMSTRONG, H.G. **Principles and Practice of Aviation Medicine**. Williams e Wilkin. Third Edition 1952. Baltimore: Edithlauretis Froranr, 1952.

ARMSTRONG, W. **Aviation Medicine Cases**. Alexandria, Virginia: USAF Military Aerospace , 1962.

ARMSTRONG, W. **Principles and Practice of Aviation Medicine**. Alexandria, Virginia: USAF Military Aerospace, 1967.

ARMSTRONG, W.; WILLIAMS, W. **Oxygen in Aviation. Principles and Practice of Aviation Medicine**. Baltimore: Joamarvsky, 1952.

ASERINSKY, E,; KLEITMAN, N. **Regularly occurring periods of eye motility, and concomitant Phenomena during sleep**. New York: Master Science, 1953.

ASHTON, J,; SEYMOUR, H. **The new public health. The setting for a new public health**. Philadelphia: Open University, 1993

ASSUNÇÃO, A,; LIMA, F. **A contribuição da Ergonomia para a identificação, redução e eliminação da nocividade do trabalho**. São Paulo: Atheneu, 2005.

ASTRAND, O,; RODAHL, K. **Textbook of Work Physilogy**. New York: McGraw.Hill, 1986.

AUSUBEL, D. **Aquisição e retenção de conhecimentos, uma perspectiva cognitiva**. Lisboa, Plátano Edições Técnicas. Tradução de The acquisition and retention of knowledge, a cognitive view.2000. Kluwer Academic , 2003, p. 34-56.

AUSUBEL, D. **A aprendizagem significativa, a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.

AUSUBEL, D. **Aprendizagem**. São Paulo: Centauro, 2001.

AUSUBEL, D. et al. **Educational psychology, A Cognítive View**. New York: Rinehart and Winston, 1978.

AUSUBEL, D,; NOVAK, J. HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AXELSSON, G. J. **Selection bias in studies of spontaneous abortion among occupational groups**. San Jose: NAVY Medical California, 1984.

BADURA, B.; KICKBUSCH, I. **Health promotion research , towards a new social epidemiology.** Copenhagen: Military Aviation Study Group, 1991.

BAECKER, R. M.; BUXTON, W. . **Readings in Human.Computer Interaction.** Los Altos: Morgan Kaufmann NAVY, 1987.

BAGSHAW, MICHAEL **An Investigation of Unilateral Hearing Loss amongst Professional Flight Crew, hearing loss on the flight deck — origin and remedy, Head of Occupational and Aviation Medicine.** London: British Airways, 2001.

BAKHTIN, M. **Marxismo e filosofia da linguagem.** São Paulo: Hucitec , 1995.

BALAGUER, D. **E o futuro, de que é feito afinal? acerca de uma hipótese sobre a natureza do futuro e de uma proposta para prospectiva tecnológica.** São José dos Campos: Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2004.

BALLONE, G.J. **Transtorno do Sono em Idosos – Insônia, Hipersônia e Apnéia.–** Disponível em: <[http. //www. psiqweb.med.br/geriat/2000](http://www.psiqweb.med.br/geriat/2000)>. Acesso em: 12 set. 2009.

BALOH, R.W. et al. **Effect of alcohol on eye movements. USAF Military Aerospace Medicine NeB. Issue,** Alexandria, Virginia, USA , n.89 , p. 18-23, May 1979.

BARBOSA, C.M.G. **Aeronautas,Condições de trabalho e saúde.** São Paulo: DIESAT. 1995.

BARNES, G. R. The effect of ethyl alcohol on visual pursuit and suppression of the vestibule ocular reflex. **Otolaryngologica Journal.** New York: Mc.Erickson, 1984.

BARNUM, F.; BONNER, R. **Epidemiology Of USAF spatial disorientation aircraft accidents.** New Mexico: Holloman Air Force Base Aerospace, 1973.

BARONE, J. A. Smoking as a risk factor in noise.induced hearing loss. **Keesler Medical Center Journal,** Misisisipi,USA, n.34, p.741-745, Nov. 1987.

BARROS, M. **A Jornada de Trabalho do Aeronauta à Luz da Constituição Federal de 1988,** Monografia apresentada à Universidade Estácio de Sá como parte dos requisitos para a obtenção do título de bacharel no Curso de Direito, Rio de Janeiro, 2005, p. 25-119.

BARROS, M. B. A. **As mortes por suicídio no Brasil. Do Suicídio, Estudos Brasileiros.** Campinas: Cassorla, 1991.

BATISTA, LAURO NEY- **História da aviação. Breve história da aviação.** Disponível em <http://www.aerovag.com.br/?pg=noticiaeid=734> –Acesso em 13/11/2009.

BAUMER, M. 2002 Exigências fisiológicas e ergonômicas da atividade de piloto aviador– In: do congresso Abergó 2002. Curitiba, **Anais**, ago, 2002.

BAXTER, M. **Projeto de Produto. Guia prático para desenvolvimento de novos produtos.** São Paulo: Edgard Blücher. 1998.

BAZETT, H.C.; MCDUGALL,G.R. **Pressure breathing and altitude, Practical methods for its use.** Canada: Report to Associate Committee on Aviation Medical Research, 1942.

BEAGLEY, H. A. **Acoustic trauma in the guinea pig. II. Electron microscopy including the morphology of cell junctions in the organ of Corti.** *Acta Otolaryngol.* Copenhagen: Military Aviation Study Group , 1995.

BECHTEL, W,; ABRAHAMSEN, A. **Connectionism and the mind. Parallel processing, dynamics, and evolution in networks.** Oxford: New Mexico USAF Military Aerospace Medicine Committee , 2002.

BELLOC, N.B ; BRESLOW L. **Relationship of physical health status and health practices.** Glasgow: United Kingdom Prev Med, 1972.

BENEDEK, G.B,; VILLARS, F.M.H. **Physics with Illustrate Examples from Medicine and Biology.** Angevill: Addison.Wesley, 1994.

BENSON, A.J ; GUEDRY, F.E. **Comparison of tracking task performance and nystagmus during sinusoidal oscillation in yaw and pitch.** *USAF Military Aerospace Medicine NeB.*, Alexandria, Virginia, USA , v.2, n.21, p. 393-401, Jan-Fev. 1971, .

BERINGER, D. B,; BALL, J. D. When gauges fail and clouds are tall, we miss the horizon most of all, General aviation pilot responses to the loss of attitude information in IMC. In: ANNUAL MEETING OF THE HUMAN FACTORS AND ERGONOMICS SOCIETY, 45., Santa Monica, CA. **Anais.** Santa Monica: Human Factors and Ergonomics Society, 2001. p. 21-25.

BERINGER, D.B.; BALL, J.D.; ROY, K.M. Pilot responses to vacuum failure in flight simulators and aircraft. In: MONTREAL AEROSPACE MEDICAL ASSOCIATION ANNUAL MEETING, 2002. **Anais**. Montreal, May 2002. p. 6-9.

BERNSTEIN, J. **Pathogenesis and salutogenesis in war and other crisis, Who studies the successful copier in Milgram, N, A. Stress and coping in time of war, generalizations from the Israeli experience**. New York: Brunner: Mazel Comittee, 1986.

BERT, P. **A Pression Barometrique Recherches de Physiologie experimentale Pressão barométrica Pesquisas em Fisiologia Experimental**. Masson, França: Collee Book Company 1877. Tradução para o Inglês por M.A. A. F. Hitchcock. Colombo. Ohio, 1943, .

BETING, G. **Registro de acidentes**.— disponível em www.jetsite.com Acesso em 30 maio de 2005.

BIGAL, S. M. **O design e o desenho industrial**. São Paulo: Annablume, 2001.

BILLINGS, C. E. **Untoward effects of a sympathomimetic amine NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION Center, Ames Research Center Added to NTRS, Accession n. 74A30641, Document ID, MF19740047891**. Springfield: National Aeronautics and Space Administration, 2006.

BILLINGS, C. E.; GRAYSON, R. L. **Information transfer between air traffic control and aircraft, Communication problems in flight operations, Added to NTRS, Accession N. , 81N31166, Document ID, UY19810022624**. Springfield: National Aeronautics and Space Administration, 1981

BILLINGS, C. E.; REYNARD, W. D. **Human factors in aircraft incidents. Results of a 7-Year Study Andre Allard Memorial Lecture**. Atlanta: National Aeronautics And Space Administration Center, Ames Research Center, 1984.

BILLINGS, C. E. **Barometric pressure Center, NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION non Center Specific Publication Added to NTRS, Accession N. , 73N15092, Document ID, ZA19730006365**. Springfield: National Aeronautics and Space Administration, 2003.

BILLINGS, C. E. **Effects of alcohol on pilot performance in simulated flight NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION Center, Ames Research Center Added to NTRS, Document ID, AA18910043344**. Springfield: National Aeronautics and Space Administration, 2004.

BILLINGS, C. E. et al. **Effects of alcohol on pilot performance in simulated flight.** Washington D.C.: Aerospace Med., Federal Aviation Administration FAA, 1972.

BILLINGS, C. E. **Human Centered Automation, a Concept and Guidelines. National Aeronautics And Space Administration Technical Memorandum 103885.** Florida: National Aeronautics And Space Administration, 1991.

BILLINGS, C. **Human error in aviation operations.** Springfield: National Aeronautics and Space Administration, 2006..

BIRLEY, A. E. F. J. L. **Information Paper of the Emerging Safety Issues- Advanced Technology Aircraft Project Phase 1. SAB/IP/94/01, RP/91/04.** Sidney: Bureau of Air Safety Investigation, Australia Department of Transport, 1994.

BIRNBAUM, P.E. **Alcohol and human memory.** New Jersey: Lorena Gross, 1977.

BLANCHARD, J. A narrative of the two aerial voyages of Doctor Jeffries with Monsieur Blanchard, with meteorological observations and remarks. **Keesler Medical Center Journal**, Misisisipi,USA, v. 46, p. 57-79, Nov.1988.

BLANCHARD, J. The First Air Voyage in America, **Travis Air Force Base Journal**, California, USA, n.88, p . 12-16, Aug.1993.

BLUM, R.W. Healthy youth development as a model for youth health development. **J Adolesc Health.** Princeton: Military Inst. 1998.

BOEING COMMERCIAL AIRPLANE GROUP. **Accident Prevention Strategies, Removing Links in the Accident Chain: Commercial Jet Aircraft Accidents, World Wide Operations on 1982-1991.** Chicago: BOEING Aircraft, Out. 1993.

BOEING COMMERCIAL AIRPLANE GROUP. **Statistical Summary of Commercial Jet Aircraft Accidents, World Wide Operations.** 2. ed. Chicago: BOEING Aircraft, Aug. 1995.

BOEING COMMERCIAL AIRPLANE GROUP. **Statistical Summary of Commercial Jet Aircraft Accidents, World Wide Operations.** 12. ed. 1995-1996. Chicago: BOEING Aircraft, Aug. 1997.

BOEING COMMERCIAL AIRPLANE GROUP. **Statistical Summary of Commercial Jet Aircraft Accidents, World Wide Operations**. 2. ed.. Chicago: BOEING Aircraft, Aug. 2000. Edições complementares 1997-1999.

BOEING COMMERCIAL AIRPLANE GROUP. **Statistical Summary of Commercial Jet Aircraft Accidents, World Wide Operations**. 1. ed. Chicago: BOEING Aircraft, Abr. 2006. Edições complementares **2000-2005**.

BONILHA, L. **The Behavior and Pilot Error**. 2003. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós doutoramento em Neurociência Cognitiva) - Universidade de Nottingham, Inglaterra, 2003.

BOTTURA, H., O estresse é produtivo? - **Brazilian AeroSpace YearBook**. São Paulo: Aviação em Revista, out.-nov. de 2003, p. 72-78.

BOURDIEU, P. **A economia das trocas simbólicas**. SãoPaulo: Perspectiva, 1992.

BOURDIEU, P. **Razões práticas sobre a teoria da ação**. São Paulo: Oeiras, Celta, 1997 .

BOWLBY, J. **Mental care and mental health**. Geneva: Cewvsky Dresler, 1951.

BOWLES, S. **Aircrew perceived stress, examining crew performance, crew position and captains personality**, NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. Springfield: Ames Research Center, Moffett Field National Aeronautics and Space, Aviation Space Environment Med.Administration, 1971,

BOYER, P. G. Loc, Could it happen to you? **AOPA– Aircraft Owners and Pilots Association Australia Magazine**. Sidney, Australia, v. 43, n. 8, p. 15-21, Aug.1990

BRANCO, D. B. F. À luz dos fatos. **AERO Magazine**, Rio de Janeiro, ano 7, n. 75, p. 16, maio 1999.

BRANSFORD, J.D. **The active nature of learning in Human cognition**. Belmont: Wadsworth hing Company, 1979.

BRASIL- MINISTÉRIO DA DEFESA, **IMA 100-12, Regras do Ar e Serviços de Tráfego Aéreo**. Brasília, 1999.

BRASIL- MINISTÉRIO DA DEFESA, **Navegação Aérea**, Escola de Especialistas de Aeronáutica, Guaratinguetá, 2002.

BRASIL, DIÁRIO OFICIAL Lei nº 7-183, **Regulamentação da Profissão de Aeronauta**, Brasília, 05 de abr. de 1984, p. 496-497.

BRENNER, M.; CASH, J.R. **Speech analysis as an Index of Alcohol Intoxication. The Exxon Valdez accident**. Springfield: National Aeronautics and Space Administration, 1991.

BRESLOW, L. E. **Persistence of health habits and their relationship to mortality**. Los Angeles: Navy Prev Med, 1980.

BRESLOW, L.; BRESLOW, N. **Health practices and disability, some evidence from Alameda County**. Los Angeles: Navy Prev Med, 1983.

BRIEN, P.A.O ; LANE, J.C. **The false climb. a fatal illusion**. Burlington: USAF Vermon Medical, 1992.

BROADBENT, D. E. **Human performance and noise. Handbook of noise control**. New York: Mcgraw.Hill, 1979.

BROMET, E. J. **Psychiatric Disorders. In Maxcy.Rosenau.Last Public Health and Preventive Medicine**. New York: Mcgraw.Hill, 2001.

BRONFENBRENNER, U. **A ecologia do desenvolvimento humano, experimentos naturais e planejados**. Porto Alegre: Artes Médicas, 2002.

BROUHA, L. **La physiologie de l homme au travail**. Barcelona: Cordobez, 1959.

BROWN, H.H.S. **The Pressure Cabin. Textbook of Aviation Physiology**. London: Gillies Pergammon, 1965.

BRUEL, K. **Technical Documentation, Sound level calibrator Type 4231. Technical Review No 1**. Palo Alto: Wort.Center, Uni Palo Alto, 1960.

BRUNO, H. et Al. Metodologia de desenvolvimento de objetos de aprendizagem com foco na aprendizagem significativa. In: XVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO. Brasília, **Anais**, 08 a 10 de nov. de 2006, p. 128.

BÜRDEK, B.E. **Diseño. História, teoría y práctica del diseño industrial.** Barcelona: Gustavo Gili, 1994.

BUREAU OF AIR SAFETY INVESTIGATION. **Accident Investigation Report B/901/1047, Beech King Air E90 VH.LFH.** 1. ed. Queensland: Wondai, 26 Jul.1990.

BURIAN, B.K. et al. Related decision errors , Differences across flight types. In: IEA 2000 / HFES 2000 CONGRESS, , HUMAN FACTORS AND ERGONOMICS SOCIETY, Santa Monica, CA **Anais 2000**, p. 28, p. 132-141.

BURKHARD, A. et al. Anthropometric manikin for acoustic research. **Journal of the Acoustical Society of America**, Melville, USA, v.66, p. 12-26, Jun. 1975.

BURTON, S.D.; MICHAELSON, E.D. **Man at high sustained +Gz acceleration, a review.** **The International Journal of Aviation**, New Jersey, USA, n.83, 156 p., Feb. 1974.

CALAZANS, D.C. Relatos de Acidentes. **Aspectos jurídicos do caso Mamonas Assassinas.** Disponível em: <www.airsafetygroup.gov>. Acesso em: 12 fevereiro, 2005.

CAMPBELL, R. D.; BAGSHAW, M. **Human Performance and Limitations in Aviation.** Oxford: Blackwell Science, 1999.

CAMPOS N. V. Qualidade do ar em aviões está sob suspeita. **Rev. Med. Aviação**, São Paulo, p. 34-38. abr. 2008.

CANLON, B.; AGERMAN, K.; DAUMAN R **Pharmacological strategies for preventing cochlear damage induced by noise trauma.** **Noise e Health.** New York: McP on, 1998.

CANNON, W.B. **The windom of the body.** New York: Norton, 1939.

CAPOBIANCO, G, L. **The role of weather in general aviation accidents, an analysis of causes, contributing factors and issues.** Chicago: University of Chicago, 1998.

CARDOSI, K. M.; STEPHEN, M. H. Human Factors for Flight Deck Certification Personnel. dot/Federal Aviation Administration/rd-93/5 Technical Report, **Aerospace Medicine**, Washington, USA, v. 8, p. 68-70, Jul. 1993.

CARLSON, E. T.; HEVERAN B.T. Rush and the birth of American Aviation. **Aerospace Medicine**, Washington, USA, p. x-x, 12 nov., 1974.

CARLSON, E.T.; HEVERAN, B.T. **Benjamin Rush e o nascimento da American Aviation Medicine**. New York: ARMY Aerospace Medicine, 1974.

CART, C. J. A brief introduction to the history of women in aviation **The International Journal of Aviation Psychology** New Jersey, USA., n. 66, p. 112-125, Sep. 2006 .

CART, C. J.A. brief introduction to the history of women in aviation. **The International Journal of Aviation Psychology**, New Jersey, USA., n. 94, p. 26-28, Oct.1990.

CARUCCI, P. M.; PRASAD, S. A. **comparison of mot occupations reported on live birth certificates and on a survey questionnaire**. 1. ed. Mirvane, USA: National Aeronautics And Space Administration, 1979.

CARUCCI, P. M.; PRASADA, S. Comparison of mot occupations , Reported on live birth certificates and on a survey questionnaine. **Public Health Rep.**, Toronto, Canada, p. 44-48, may 1979.

CASSORLA, R. M. S.; SMEKE, E. L. M. Autodestruição Humana. **Cad. Saúde Públ.**, Rio de Janeiro, supl. 1, p. 61-73, 1994.

CENTRO NACIONAL DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES. **Simpósio sobre CRM**. Disponível em: <www.cenipa.gov>. Acesso em: 13 jun. 2005.

CENTRO NACIONAL DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES. **Resumo dos acidentes aéreos da década de 90**. Brasília: Diretoria de Aeronáutica Civil 2002.

CHAFE, W. **Discourse, Consciousness, and Time**. Chicago: University of Chicago, 1994.

CHANLAT, J.F. **Modos de gestão, saúde e segurança no trabalho**. Minas Gerais: Amothé e Guimarães, 1993.

CHANLAT, J.F. **O indivíduo na organização**. São Paulo: Atlas, 1993.

CHANT, C. , **Aviation, An Illustrated History**. London: Orbis hing, 1978.

CHANT, C. **Aviation, an illustrated history.** London: Orbis Publishing, 1978.

CHAPANIS, A. **A Engenharia e o Relacionamento Ser Humano-Máquina.** São Paulo: Atlas, 1972.

CHAUÍ, M. **Convite à Filosofia.** São Paulo: Ática, 1995.

CHESTER, G. et al. Department of Transport and Communications, Federal Office of Road Safety Investigation of the hangover effects of an acute dose of alcohol on psychomotor performance (CR103)- Final report from consultancy 89/175. **Aviation Reports**, Vermont, USA, p. 3-16, 7 Mar., 1992.

CHISTOFFERSEN, K. et al. **How complex human machine system fail , putting human error in context.** Nebraska: Twin Brot , 1999.

CHOU, C.D. et al. Studies of cockpit task management errors. **International Journal of Aviation Psychology**, New Jersey, USA , v. 3 , n. 19 p. 307-320. 1996.

CIEM, C. **Effects on interaction.** 4. ed. New York: Ithaca, 1990.

CIPOLLA, J. et al. **Introdução à Cronobiologia.** São Paulo: Icone, 1988.

CIVIL AVIATION AUTHORITY OF GATWICK AIRPORT. **Guidance Notes for Authorised Medical Examiners.** London: Gatwick Airport, 1993.

CIVIL AVIATION AUTHORITY , **World Airline Accident Summary.** London: Civil Aviation Authority (CAA) Of New Zeland, 1988.

CIVIL AVIATION AUTHORITY OF GATWICK AIRPORT. **Guidance Notes for Authorised Medical Examiners.** London: Gatwick Airport, 1993.

CLARK. H. **Arenas of Language Use.** Chicago: University of Chicago, 1992.

COATES, G. **The Lake Louise Consensus on the Definition and Quantification of Altitude Illness.** Washington: Federal Aviation Administration Office of Aviation Medicine, 1992.

COCCHIARELLA, L. A. **Hearing threshold shifts, white cell count and smoking status in working men.** NEW YORK: Ithaca, 1995.

CODO, W. SAMPAIO, J.J. **Sofrimento psíquico nas organizações, saúde mental e trabalho.** Petrópolis: Vozes. 1995.

COHEN, M. M. Pilot disorientation during aircraft catapult launchings at night. historical and experimental perspectives. **Aeromedical and Training Digest**, New Jersey, USA, v. 36, n. 3, p. 54-68, 1992.

COLLAR, A. R. **Aeronautical Research Council, On an aspect of the accident history of aircraft taking off at night, reports and Memoranda No 2277.** Washington D.C., USA: Federal Aviation Administration Office of Aviation Medicine, Jan.1946.

COLLINS, W. E et al. Some effects of alcohol and simulated altitude on complex performance scores and breathalyzer readings. **Aviation Medicine Aviation Space Environment Medicine Journal**, Alexandria, Virginia, p. 328-332, Jan. 1987.

COLLINS, W. E. Age, alcohol, and simulated altitude, Effects on performance and breathalyzer scores. **Aviation Medicine Aviation Space Environment Medicine Journal**, Alexandria, Virginia, p. 1026-1033, mar.14, 1988.

COLLINS, W. E. **Effective approaches to disorientation familiarization for aviation personnel. Report N. AM.** Washington: Federal Aviation Administration Office of Aviation Medicine, 1970.

COLLINS, W. E. Performance effects of alcohol intoxication and hangover at ground level and at simulated altitude. **Aviation Medicine Aviation Space Environment Medicine Journal**, Alexandria, Virginia, p. 327- 335, 1980.

COLLINS, W.E et al. . Disorientation training in FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION.certified flight and ground schools, A survey **Aviation Medicine Aviation Space Environment Medicine Journal**, Alexandria, Virginia., USA, n. am-77-24, p.51-55, Oct. 1997.

COMMERCIAL Jet Transport Safety Statistics. Houston Texas: Douglas Aircraft Company, 1993.

CONCLUSIONS Drawn from the Report by the Commission of Investigation of the Air Inter Airbus A320 accident on 20th Jan. 1992 close to Mont Sainte.Odile. Paris, France:

Direction Generale de L' Aviation Civile, 1993.

CONFERÊNCIA INTERNACIONAL PARA A PROMOÇÃO DA SAÚDE, 1986, Ottawa.
Carta de Ottawa para a promoção da saúde. London: Health European Communities, Nov, 1986.

CONTANDRIOPOULOS A. **Seminário, Programa Integrado de Pesquisa e Cooperação Técnica em Planejamento, Gestão e Avaliação,** Universidade Federal da Bahia, Instituto de Saúde Coletiva, Salvador, Set-2008. p. 12, p. 56-67, p. 122-134.

COOPERSMITH, S. **The antecedents of self-esteem.** San Francisco: Freeman, 1967.

COPPERIZZO, A.; MARTI, H. **Distributed cognition and artifacts.** University of Siena. disponível em [http. //www.sv.cict.fr/cotcos/pjs/](http://www.sv.cict.fr/cotcos/pjs/) Acesso em 31/10/2003.

CORBETT, R.M.; BAZETT, C.; GRACE, B. **Stress and Flying.** Lund: Physiological Laboratory, Hampstead. Likoping, Swedish Centre for Human Factor in Aviation, 2001.

CORREA, D. O Último Bimotor DC-3. **Aero.Magazine,** Rio de Janeiro, ano 3, n. 25, p. 18-23, jun. 1996.

COUNCIL OF THE EUROPEAN COMMUNITY, Council Directive of 12 May 1986 on the protection of workers from the risks related to exposure to noise at work (86/188/EEC). **Aviation Medicine Aviation Space Environment Medicine Journal,** Alexandria, Virginia, n. 137, p. 28-34, 24 Jun. 1986.

COUNCIL OF THE EUROPEAN COMMUNITY. Proposal for a Council Directive on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (93/C77/02) COM(92) 560 final. SYN 449. **Aviation Medicine Aviation Space Environment Medicine Journal,** Alexandria, Virginia, n. 77, p. 12-29, 18 Mar. 1993.

COX, Earl. **The Fuzzy Systems Handbook, a practitioner . guide to building, using, and maintaining fuzzy systems.** Londres: Academic. 1994.

CRANDALL, R. **The measurement of self esteem and related constructs, in Robinson J. p, Shaver PR, eds Measures of psychological attitudes.** San Francisco: Ann Arbor Institute for social research, San Francisco, Freeman 1973.

CURRY, R. E. et al. **Experiments in pilot decision making during simulated low visibility approaches.** Springfield: National Aeronautics and Space Administration, 1975.

DANIELL, W. E. et al. **Pregnancy outcomes among female flight attendants.** Los Alamos: Armed Forces Institute of Pathology, 1990.

DAVIES, D. R.; HOCKEY, G. R. J. The effect of noise and doubling the signal frequency on individual differences in visual vigilance performance. **British Journal of Psychology**, London, p. 381-389, aug. . 1966.

DAVIS, R.H. **Breathing in Irrespirable Atmospheres.** New Valley: Gorman e Company, 2005.

DAVIS, G.L. **Alcohol and military aviation fatalities.** Los Alamos: Armed Forces Institute of Pathology , 1968.

DAVIS, G.L. **Postmortem alcohol analyses of general aviation pilot fatalities.** Los Alamos: Armed Forces Institute of Pathology, 1973.

DEAHL, M. Preventing psychological trauma in soldiers, The role of operational stress training and psychological debriefing. **British Journal of Medical Psychology**, Oxford, England, v.71, n. 34, p. 77, jun./jul. 1985.

DECORTIS, F. et al. **Distributed cognition as framework for cooperative work.** Disponível em [http. //www.sv.cict.fr/cotcos/pjs/](http://www.sv.cict.fr/cotcos/pjs/) Acesso em 06/09/2002.

DEHART, R. L **Fundamentals of Aerospace Medicine.** Philadelphia: Lea and Febiger, 1985.

DEHART, R. L. **Fundamentals of Aerospace Medicine.** Philadelphia: Lea and Febiger, 1985.

DEHART, R. L. E ; FEBIGER.S. **Fundamentals of Aerospace Medicine.** Philadelphia: Prince, 1985.

DEJOURS, C. **A Loucura do Trabalho – Estudo de Psicopatologia do Trabalho.** São Paulo: Cortez Oboré, 1998.

DEJOURS, C. **Uma nova visão do sofrimento humano nas organizações.** São Paulo: Cortex, 1998.

DEKKER, S. **There are a invention of human error.** Lund, Swedish: University School of Aviation, 2002.

DEKKER, S. **Investigation Human Error.** Likoping: 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**, New Jersey , USA, v.13, p. 95-106, 2003.

DEWEY, J., **The public and its problems.** London: Athens, Swallow, 1991.

DEWEY, J. **The public and its problems.** New York: Athens, Swallow, 1991.

DIÃO, R. **A ciência dos sistemas complexos.** notas de aula, Rio de Janeiro: Departamento de Física do 1ST, UFRJ, 2005.

DILLE, J.R, Morris EW. **Human factors in general aviation accidents.** Los Alamos: Armed Forces Institute of Pathology, 1967.

DILLON, A. L **Introduction to Human.Computer Interaction HCI.** Disponível em <http://memex.lib.indiana.edu/hcilab/1542syll.html> Acesso em, 11/2002.

DISMUKES, R.K. et al. **Cockpit interruptions and distractions, Effective management requires a careful balancing** ASRS Directline, 10, 2. disponível em <http://human.factors.arc.nasa.gov/flightcognition/pubs.html> 1998, Acesso em Jan. 15, 2003.

DOUGLAS - MD-11 INADVERTENT Autopilot Disconnect. All Operators Letter. Houston Texas: Douglas Aircraft Company, 1994.

DOUGLAS - MD-11 PITCH Upsets in Severe Turbulence. All Operators Letter. Houston, Texas: Douglas Aircraft Company, 1994.

DOUGLAS, M. **Risk acceptability according to the social sciences.** New York: Rusell Sage Foundation, 1985.

DRAGONAIR- A320- Flap. Hong Kong. Preliminary findings. Hong Kong: Direction Generale de L' Aviation Civile, 1994.

DRESNER, E. Boolean algebra and natural language, a measurement theoretic approach. **Nordic Journal of Philosophical Logic**, Swedish, v. 22, p.77-93, 2000.

DUARTE, F. **Análise Ergonômica do Trabalho.** Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1998.

DUARTE, F.; BOULIER, F.. **La Réception un Miroir de Lúsine. Estude de Láctivité des Opérateurs de La Réception à L'Usine Christofle de Saint.Denis.** Paris: Conservatoire National des Arts et Métiers Laboratoire d'Ergonomie et Neurophysiologie du Travail, 1987.

EASTWOOD, A.B.; ROACH, J. **Piston engine airliner production list.** New Jersey: The Aviation Hobby Shop, 1996.

EDHENDERSON, D. et al, **Effects of noise on hearing.** New York: Raven Press, 1976.

EDWARDS, E. **Aviation ergonomics, whence and whiter ?** New Valley: Gorman e Company, 1995.

EDWARDS, E. **Aviation ergonomics, whence and whiter? Ergonomics.** Alabama: Allan Thomas, 1995.

EID, J.; JOHNSEN, B. H. **Acute Stress Reactions after Submanne Accidents.** Atlanta: Military Medicine, May 2002.

EISENDRATH, S. J.; LICHTMACHER, J. **Psychiatric Disorders. In Current Medical Diagnosis and Treatment.** Lund: Mary Hellen & Hellen, 1999.

ELLIS, J. Distributed cognition, an alternative framework for analyzing and explaining collaborative working. **Journal of Information Technology**, Philadelphia, USA, v. 9, p. 119-128, Dec.1994.

ELMAN, A.; JOHNSON, R.; KARMILOFF, M. **An alternative view of the mental lexicon. Trends in Cognitive Science.** Ericksonville: Plunkett Stephanie, 1996.

ENGEL, G. The Clinical Application of the Biopsychosocial Model. **American Journal of Psychiatry**, Philadelphia, v.16 , n. 137, p. 12-25, jul. 1980.

ENGESTRÖM, Y.; MIDDLETON, D. **Cognition and communication at work**. Cambridge: Cambridge University, 1997.

ENGLE, A. **Man in Flight. Biomedical achievements in aerospace**. Georgia: Lott Leeward, 1979.

ENGLE, A. **Man in Flight. Biomedical realizations in aerospace industries**. Georgia: Lott Leeward, 1979.

ERNSTING, J. **The principles of pressure suit design. A Textbook of Aviation Physiology**. London: Ed. Pergammon, 1965.

ERNSTING, J. **An advanced oxygen system for future combat aircraft, Recent Advances in Aeronautical and Space Medicine**. Florida: National Aeronautics and Space Administration, 1979.

ERNSTING, J.; KING, P., **The book of Aviation Medicine**. London: Butterworths Chistian, 1988.

ESHLEMAN, S. et al. **Lifetime and Twelve Month Prevalence of DSM.III.R Psychiatric Disorders in the United States, Results from the National Comorbidity Study**. London: General Psychiatry Gillies Pergammon, 1994.

EVANS, R.G.; STODDART, G.L. **Why are some people healthy and ot not? , the determinants of health of populations**. Florenceville: Robert G. Evans, Morris L. Barer, and Theodore R. Marmor, 1998.

EYER, S. W.; IVERS, J. B. **The effect of alcohol upon Link trainer performance decrements. Project Report #NM0011056.06.01**. New York: US Naval Medical Research Institute, 1950.

FABINI, G. **Laryngoscope**. London: Butterworths, 1961.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION (FAA) **The Interfaces Between Flightcrews and Modern Flight Deck Systems**. Palo Alto: USAF Robin Medical, 2006.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. Department of Transportation Federal Aviation Administration. **Aviation Safety Plan. 1996, hed by the U.S.** Oklahoma: Federal Aviation Administration, 1996.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. Department of Transportation Federal Aviation Administration. **Aviation Safety Plan. 1987, hed by the U.S.** Oklahoma: Federal Aviation Administration, 1987.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. Department of Transportation Federal Aviation Administration. **Aviation Safety Plan.1997, hed by the U.S.** Oklahoma: Federal Aviation Administration, 1997.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. **FAR 25. Electrical Systems and Equipment, AFS/FARS/far-25.txt.** Oklahoma: Federal Aviation Administration, 2005.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. **Flight manual faa.h-8083-3a-5of7. Night vision.** Oklahoma: Federal Aviation Administration, 2000.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. **Gains Access to Flight Data Recorder Information for Safety Purposes. Aviation Daily.** Oklahoma: Federal Aviation Administration, 1996.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. **Gains Access to Flight Data Recorder Information for Safety Purposes. Aviation Daily.** Oklahoma: Federal Aviation Administration, 2002.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. **Human Factors Team Visit to Fokker Aircraft Company. Review of the Fokker Jetline Flight Deck Automation.** Christianvile: Federal Aviation Administration, 1997.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. **Human Factors Team, Review at BCAG.** Atlanta: Federal Aviation Administration, 1995.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. **Office of The Chief Scientist For Human Factors Human Factors General Aviation. Program Review FY02 AAR-100.** Oklahoma: Federal Aviation Administration, 2008.

FEITOSA, H. A.; PAULOVICH, L. **Um prelúdio à lógica.** Bauru: M.M. Richtofen, 2001.

FERRAZ, KUPFER ; HAGUENAUER. T. **Made in Brazil. Desafios Competitivos para a Indústria.** Rio de Janeiro: Campos, 1996.

FERREIRA, L.L. **Voando com os pilotos, condições de trabalho dos pilotos de uma empresa de aviação comercial.** São Paulo: FUNDACENTRO / APVAR, 1992.

FIEDLER, E.R. et al. **The Relationship. Between Aviators Home.based Stress to Work Stressand Self. perceived Performance.** Dayton, Ohio: Aero Medical Laboratory, Air Material Command, Wright. patterson Air Force Base, 1998.

FILHO, S. et al. **Sem limites para Voar.** ABERGO, 99, out. 1999, Anais, p.221.

FINNESTON, M. **Administração da Produção.** São Paulo: Atlas, 1996.

FISCH, U, A **Otolaryngol National Aerospace Laboratory of the Netherlands.** Amsterdam: VanDer Valls, 1972.

FISCHMAN, M. **Gestalt e gênero, configurações do masculino e feminino na contemporaneidade. Estudos e pesquisas na psicologia cognitiva.** Porto Alegre: UFRS, 2006.

FITTS, M.; JONES, R. E. **Analysis of factors contributing to 460 pilot error experiences in operating aircraft controls. Memorandum Report TSEAA-694-12.** Dayton, Ohio: Aero Medical Laboratory, Air Material Command, Wright. patterson Air Force Base, 1947.

FLIGHT SAFETY FOUNDATION. **Human factors e aviation medicine.General Aviation Weather Accidents , An Analysis and Preventive Strategies.** Washington, D.C: AOPA Air Safety Foundation, 1996.

FLUX, M,; DILLE, J.R. **Inflight spontaneous pneumothorax.** Nevada: Aerospace Medicine Leinfelder, Kluwer Academy, 1995.

Flying Personnel Research Committee, Document 511. London: Royal Air Force (Raf), 1943.

FOKKERWEG, A., **Acoustical in aviation, . Journal of the Acoustical Society of America,** Melville, New York , USA , n.1, n. 57, p.23-56, 1999.

FOLKERTS, H. H. **Pilot Performance in Automated Cockpits, A Comparison of Moving and Non.Moving Thrust Levers.** Amsterdam: National Aerospace Laboratory of the Netherlands, 1994.

FOUCAULT, M. **Resposta a uma questão. Epistemologia. A teoria das ciências questionada por Bachelard, Miller, Canguilhem, Foucault.** Rio: Tempo Brasileiro, 1972.

FOXWORTH, T.G. **The Speed Seekers.** London: Doubleday and Co. Haynes hing Group., 1989.

FRAWLEY, W. **Vygotsky e a Ciência Cognitiva.** Porto Alegre: Artemed, 2000.

FUCHS, H.S. **Idiopathic spontaneous pneumothorax and flying.** Atlanta: Aerospace Medicine, Leinfelder Kluwer Academy, 1967.

FUNK, K. Cockpit task management, preliminary definitions, normative theory, error taxonomy, and design recommendations. **The International Journal of Aviation Psychology**, New Jersey, USA., v. 31, p.271-285, 1991.

FUNTOWICZ, S,; RAVETZ, J. **Ciência pós.normal e comunidades ampliadas de pares face aos desafios ambientais. História, Ciências, Saúde.** Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz, 1997.

GABRIEL, GERALD. HANS, S, **The Discovery of Stress.** Disponível em www.brainconnection.com. na biblioteca de Sloan, Cooper. Acesso em 23/05/2008.

GALLEY, M. **50 years of Ergonomics , Where have we been and where are we going?** In: CONGRESSO ABERGO, 2002, Recife.2002.

GAO, H. **Air Traffic Control of The Single Airport.** New England: Leinfelder, Kluwer Academy, 2003.

GARMEZY, N. **Stress resistant children – the search for protective factors. : Stevenson J, ed. Recent advances in developmental psychopathology.** Oxford: Pergamon, 1985.

GASAWAY, D. C. **Noise levels in cockpits of aircraft during normal cruise and considerations of auditory risk.** Philadelphia: W.B. Saunders, 1986.

GEBER, W. F.; ANDERSON, T. A. **Cardiac hypertrophy due to chronic audiogenic stress in the rat, Rattus Norvegicus Albinus, and rabbit, Lapus Cuniculus. Comparative biochemistry and physiology.** Philadelphia: W.B. Saunders, 1967.

GEOKAS, M.C. **Ethyl alcohol and disease.** Philadelphia: The Medical Clinics of North America W.B. Saunders, 1984.

GERO, D. **Aviation Disasters , the world major civil airliner crashes since 1950.** New Field Richdson: Sparkford, 1993.

GIBBONS, H.L. et al. **Alcohol induced hypoglycaemia as a factor in aircraft accidents.** Dayton, OHIO: The Medical Clinics of North America, 1966.

GIBBONS, H.L. et al. **Medical factors in 1964-1965 fatal aircraft accidents in the Southwest.** Dayton: Hamsder Aerospace Med., 1966. .

GIBSON, T.M. **Too Little Oxygen.Into Thin Air, A History of Aviation Medicine in the RAF.** London: Robert Hale Committee on Aviation Medical Research, 1984.

GIBSON, T.M.; HARRISON, M. H. **Too Little Oxygen. Ch 6 em Into Thin Air A History of Aviation Medicine in the RAF.** London: Robert Hale, 1984.

GIBSON, T.M.; HARRISON, M.H. **The History of the JAM, Post.War Oxygen Systems. RAF Institute of Aviation Medicine Report,** London, n. 617, p. 16-21, p. 34. Jul. 1982.

GILLIES, J.A. **The Pressure Cabin. In A Textbook of Aviation Physiology.** London, Pergammon, 1965. p. 153

GILLIES, J.A. **The Pressure Cabin. A Textbook of Aviation Physiology.** London: Pergammon, 1965.

GILLINGHAM, K.K.; WOLFE, J.W. **Spatial orientation in flight.** Palm Springs: United States Air Force School of Aerospace Medicine, 1986.

GLAISTER, D.H. **Safe Survival And Flight Equipment.** London: Springs, 1966.

GLERIA, E. et al. **Sistemas complexos, criticalidade e leis de potencia. Revista Brasileira de Ensino de Física,** São Paulo, v. 26, n. 2, p. 99-108, set. 2004.

GOBARA, S.T.; Moreira, M.A. **Mapas conceituais no ensino de Física**. São Paulo: Ciência e Cultura, 1976.

GOH, J.; WIEGMANN, D. Visual flight rules VFR flight in to instrument meteorological conditions IMC , A review of the accident data. **Aviation Psychology Journal**, Columbus, Ohio, 2001.

GOMEZ, C. M.; LACAZ, F.A. C. Saúde do trabalhador, novas velhas questões. **Ciênc. saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v. 12, p. 79-80, 2005.

GONTIJO, L.A. **Curso de engenharia ergonômica do trabalho**. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

GOWIN, D. B. **Behaviour Educating**. New York: Ithaca, Cornell University, 1981.

GRAS, A. et al. **Le pilot**. Paris, France: la Sourbonne, 1994.

GREEN, R. G. et al. **Human Factors for Pilots**. England: Avebury Aldershot, 1993.

GREEN, R.A.; JOHNSTON, R.F. **Pneumothorax. Textbook of Pulmonary Diseases**. Boston: Little Brown, and Co., 1974.

GUATIMUSSIN, P. C. et. al. O Sono, estacando o sonho o ritmo biológico e a insônia. **Revista de Psicofisiologia**, Belo Horizonte, v. 6, n.32, 1999.

GUEDRY, FE, et al. **Some effects of alcohol on various aspects of oculomotor control**. Boston: Little, Brown and Co., 1975.

GUIMARÃES, LIA. **Ergonomia Cognitiva** . Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.

GUIMARÃES, LIA. **Introdução à Ergonomia**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002.

GUIMARÃES, R. **O estresse e a atividade do piloto militar de helicóptero, suporte científico à elaboração de um programa complementar de condicionamento físico**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul UFRGS, 2000.

GUYTON, A.C. **Fisiologia Humana**. São Paulo: Guanabara Koogan, 1992.

GUZMAN, G.A.C. **O Sistema de Produção**. Belo Horizonte: Mimeo. Dep/UFMG. 1998.

GYUTON, A.C. **Tratado de Fisiologia Médica**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1992.

HALLI, C. **Teorias da personalidade**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

HABEMAS, J. **Agir Comunicativo versus Agir Estratégico. Consciência Moral e Agir Comunicativo**. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1989.

HARPER, R.H ; ALBERS W.R. **Alcohol and general aviation accidents**. Boston: Claude Stefane and Florence, 1964.

HAINES, T.B. **Gas collections within the body**. Sidney, Australia: AOPA – Aircraft Owners and Pilots Association Magazine, v. 43 n. 4, Abr. 1990.

HARPER, C.R. **Airline pilot alcoholism, One airline experience**. Boston: Marcel Tulio and Sherley, USA, 1983..

HARMS, D. et al. **Influence of the beta.blocking Atenolol and other medications on visual reaction time**. OHIO: Navy Med. Columbus,1981.

HALDANE, J.S.; SACERDOTAL,J.G. **Respiration**. London: Oxford University, 1935.

HALES, D.; HALES,R. E. **Caring for the Mind, The Comprehensive Guide to Mental Health**. New York: Bantam Books. 1995.

HARTEN, A. **Stress Control, Techniques for Preventing and Easing Stress**. Boston, Massachusetts: Harvard Medical School, Harvard Health , 2002.

HARVARD MEDICAL SCHOOL **Estesse Control, Techniques for Preventing and Easing Stress**, Boston, Massachusetts: Harvard Health Publications, 2002.

HAUT COMITÉ DE LA SANTÉ PUBLIQUE. **Health and Safety Executive, Noise at Work. Noise Guide N. 1, Legal duties of employers to prevent damage to hearing. Noise Guide No 2, Legal duties of designers, manufacturers, importers and suppliers to prevent damage to hearing. La santé en France.** Paris: La Documentation française, 1994.

HAWKINS, F.H, **Human factors in flight.** London: Gower Popin technical, 1987.

HEINLE, T. **Spatial disorientation research. Human Systems.** Boston, Massachusetts: IAC Gateway, Harvard Medical School, 2001.

HENRY, P.H. et al. **Alcohol induced performance decrements assessed by two Link trainer tasks using experienced pilots.** Orlando, Fla: USAF School of Aerospace Medicine , 1974.

HENRY, P.H. et al. **Assessment of performance in a Link GAT-1 flight simulator at three alcohol dose levels.** Orlando, Fla: Aerospace Med. USAF School of Aerospace Medicine, 1974.

HENRY, P.H. et al. **Laboratory assessment of pilot performance using non-rated subjects at three alcohol dose levels. USA FSAM.TR-74-27.** Orlando, Fla: USAF School of Aerospace Medicine, 1974.

HENRY, P.H. et al. **Evaluation of two Link GAT-1 trainer tasks by experienced pilots at three alcohol dose levels.** Orlando, Fla: USAF School of Aerospace Medicine, 1975.

HERCULANO, S. **Elementos para um debate sobre a interdisciplinaridade, Meio Ambiente, questões conceituais. 1. Ed.** Niterói: UFF/PGCA, 2000.

HILLMAN, S. J. **Soviet Transports. 1. Ed. West Drayton , Middlesex, Horton, , 1996.**

HICKMAN, J.R. et al. **Clinical aerospace cardiovascular and pulmonary medicine. Fundamentals of Aerospace Medicine.** Baltimore: Williams e Wilkins. 1996.

HIGGINS, E.A, et al. **The effects of alcohol at three simulated aircraft cabin conditions.** New Haven: Office of Aviation Medicine, Yale University e London, Oxford University, Federal Aviation Administration, 1968.

HILL, R.J. et al. **Influence of alcohol on positional nystagmus over 32 hour periods.** *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.* Atlanta: USAF School of Aerospace Medicine, 1973.

HELMREICH, R. L. **The Evolution Of Crew Resource Management Training In Commercial Aviation.** Austin: University of Texas, 2000.

HLASTALA, M.; BERGER, A.J. **Physiology of Respiration.** New York: Andrew University, 1996.

HO, B.L. **A case report of spontaneous pneumothorax during flight.** Fresno: Aviation, Space, and Environmental Medicine, USAF School of Aerospace Medicine , 1975.

HOCKEY, G. R. J. Effect of loud noise on attentional selectivity. **Quarterly Journal of Experimental Psychology**, Dayton, OHIO, v. 6, p.28-36, Jun.1999.

HOLLAN, J. D. et al. **Distributed Cognition, A New Foundation for Human. Special Issue on Human. Computer Interaction in the New Millennium.** Fort Lauderdale: Computer Interaction Research USAF School of Aerospace Medicine, 1999.

HOFSTEDE, G. **Culture and Consequences, International Differences in Work-Related Values.** Beverly Hills, California: Sage Delammora, 1980.

HOPKIRK, J.A. et al.. **Pleurodesis, The results of treatment for spontaneous pneumothorax in the Royal Air Force.** London: Isnardson, 1983.

HORN, R. E. **Information design, the emergence of a new profession.** Philadelphia: Von Newmam Jacobson MIT, 2000.

HOUSTON, C. S. **Hypoxia and Mountain Medicine.** Washington: Federal Aviation Administration Office of Aviation Medicine, 1992.

HUTCHINS, T.; KLAUSEN, W. **Distributed cognition in an airline cockpit.** Philadelphia: Von Newmam Jacobson MIT , 1998.

HUTCHINS, E. **How a cockpit remembers its speeds.** Cognitive Science edition. New York: Williams and Wilkins, 1995.

HUBERTUS, S. **Compendium of Aerospace Medicine**. Texas: USAF School of Aviation, 1977.

HYVARINEN, L. **O desenvolvimento Normal e Anormal da Visão**. São Paulo: S.Veitzman, Santa Casa, 1989.

ICARUS COMMITTEE, **The Dollars and Sense of Risk Management and Airline Safety**. Florida: Flight Safety Foundation, Flight Safety Digest, 1994.

IGLESIAS, R. et al. **Disorders of the menstrual cycle in air hostesses**. New York: OrslonWesley, 1980.

IGLESIAS, R. et al. Disorders of the menstrual cycle in air hostesses, **American Psychiatric Association**, Boston, usa, v.10, p. 518-520. Apr. 22, 1980.

IIDA, I. Evolução das metodologias de projeto. In: PED DESIGN 98-3º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM DESIGN, Puc.Rio. **Anais**, Estudos em Design. Rio de Janeiro, Anais, 1998,

ILDA, I **Ergonomia, Projeto e Produção**. São Paulo: Edgard Blucker, 1990.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION (ICAO), **Manual of Civil Aviation Medicine, Menstrual disorders Gynaecology and Obstetrics**. Montreal: International Civil Aviation Organization, 1985.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION (ICAO). **Information Paper N. As-climb1**. Montreal: International Civil Aviation Organization, 1993.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION, **Manual of Civil Aviation Medicine, Doc 894.AN/895**. Montreal: International Civil Aviation Organization, 1985.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Adrep. Summary**. Montreal: International Civil Aviation Organization, 2009.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Circular Aircraft Accident Digests**. Montreal: International Civil Aviation Organization, 2009.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ACOUSTICS. **Determination of occupational noise exposure and estimation of noise induced hearing impairment.** Geneva: International Organization for Standardization, 1990.

IZQUIERDO, I. **O aprendizado.** Porto Alegre: Centro de Memória do Instituto de Pesquisas Biomédicas da PUC, 2000.

JACKSON, J.M.; ALMEIDA, I. M. Saúde do Trabalhador como problema público ou a ausência do Estado como projeto, **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, Brasília, v. v.31 n.114, p. 12-23, jul./dez. 2006.

JADNE, K. R. **The visual screening.** Lund: Lund University, 1996.

JAMISON, K. R. **Night Falls Fast.** New York: Alfred Knopf and Paul Krops. 1999.

JANSEN, G, **Adverse effects of noise in iron and steel workers.** Ontario: Eisenhaus Stahl and Eisen, 1961.

JASINSKI, C. Noise-induced hearing loss in aviators. **Hawai Medical Journal**, Hawai, USA, n. 45, p. 307-309. oct. 1980

JOHNSEN, B. **The Effect of sensitization and coping style on post-traumatic stress symptoms and quality of life, Two longitudinal studies.** Dayton: Christian Robim, 2002.

KAPLAN, H. I.; SADOCK, B. J. **Comprehensive Textbook of Psychiatry.** Philadelphia: Williams and Wilkins, 1995.

KARA, J.; MILTON A, **O olho e a visão.** Rio de Janeiro: Editora Vozes, 1996.

KENTH, K. **Dark night takeoffs and the false climb illusion.** New Zeland: CAA. Aviation Bulletin, 1992.

KESSLER, R. C. et al. **The risk – the aviation.** New Haven: Maroal of Civil Aviation Medicine Yale University, 1985.

KESSLER, R.C. et al. **Lifetime and Twelve–Month Prevalence of DSM–III–R Psychiatric Disorders in the United States, Results from the National Comorbidity Study.** New England: Archives of General Psychiatry Paswmets, 1994.

KING, J.; ERNSTING, P. **Aviation Medicine**. New York: Butterworths, 1988.

KING, L. Posttraumatic Stress Disorder in a National Sample of Female and Male Vietnam Veterans, Risk Factors, War Zone Stressors, and Resilience. Recovery Variables **Journal of Abnormal Psychology**, Miami, Florida, v. 9, n.11, p. 164-170, Feb.1999.

KING, L. Resilience. Recovery Factors in Posttraumatic Stress Disorder among Female and Male Vietnam Veterans, Hardiness, Postwar Social Support, and Additional Stressful Life Events **Journal of Personality and Social Psychology of National Aeronautics And Space Administration- Medicin Bulletin**, Miami, Florida, v. 16, n 25, p. 42-44, 1998.

KISSIN, B.; BEGLEITE, R. H. **The biology of alcoholism, Physiology and behaviour**. New York: Plenum Gurames, 1972.

KLEIMENHAGEN, V.; KEONES, R. **178 seconds to live**. Dayton: A Federal Aviation Administration- Aviation News, 1993.

KLIR, G. J.; Yuan, B. **Fuzzy Sets and Fuzzy Logic, Theory and Applications**. Londres: Amirins Prentice Hall, 1995.

KRONOVETER, K. J.; SOMERVILLE, G. W. **Airplane cockpit noise levels and pilot hearing sensitivity**. Los Alamos: Archives of Environmental Health, Aviat Space Environ Med NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION Medicin bulletin, 1970.

KUCHAR, J. K.; YANG, L. C. A Review of Conflict Detection and Resolution Modeling Methods, In: IEEE TRANSACTIONS ON INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS, **Anais** v.1, p-230-256, 2000.

KUHN, T. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. São Paulo: Ática, 1962.

KUMLIN, T. **Sense of coherence theory, empirical evidence and critique**. Stockholm: The Swedish Research Council, 1998.

KUNH, L. **Pulmonary blood flow redistribution by increased gravitational force**. Fresno: USAF School of Aerospace Medicine, 1998.

LACEFIELD, D.J. et al. Toxicological findings in fatal civil aviation accidents, fiscal years 1968- 1974. **Journal of Applied Physiology**, Orlando, Fla, n. 46, p. 100-132, Sep.1975.

LANCET, J.; GLAISHER, Y. **Notes on effects experienced during recent balloon ascents.** London: Richardsom Andeiolo, 1862.

LANE, H.; TRANEL, B. The Lombard sign and the role of hearing in speech. **Journal of Speech and Hearing Research**, New Haven, Yale, USA, n.7, , p. 167-170, Mar.1971.

LANSDALE, M. W.; ORMEROD, T. C. **Understanding interfaces.** Londres: Academic Stephane Press, 1994.

LAST, S.; MARTIN, A. **British Airways Airbus A320 Pilots Autothrust Survey. SAE Technical Paper Series, 912225.** London: Oxford University, 1991

LATAGOLA, M.T. et al. **Alcohol induced physiological displacements and their effects on flight related functions.** New Haven: Yale University Press , Office Aviation Medicine - Federal Aviation Administration, 1982.

LATOUR, B. **A guerra das ciências.** São Paulo: Ed. Atlas, 1997.

LAUBER, J. K. et al. **Simulation studies of air transport operational problems.** Boston: National Aeronautics And Space Administration Center, 1976.

LEHMAN, G. **Fisiologia practica del trabajo.** Madrid: Aguillar , 1960.

LEVETT, J ; HOEFT, G. V. **Involuntary eye movements and alcohol.** London: Oxford University, 1977.

LEVETT, J ; KARRAS, L. **Effects of alcohol on human accomodation.** London: Angelis Former Co., 1977.

LEWIS, A.M. **Respiratory emergency. Nursing.** London: Krops and Klessner comp., 1999.

LI, G.; BAKER, S.P. **Correlated of pilot fatality in general aviation crashes.** Bervelyhils: Federal Aviation Administration, 1999.

LICATI, P. et al **Ferramenta de Apoio ao Gerenciamento de Risco da Fadiga para Pilotos da Aviação Comercial Brasileira.** São Paulo: Ática, 2010.

LIMA, F. A. **Introdução à Análise Ergonômica do Trabalho.** Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.

LIMA, M.; AMORIN, C. A. **Proposta de um modelo fuzzy para apoio à tomada de decisão no Controle de Tráfego Aéreo do Aeroporto Internacional de Salvador.** São Paulo: Departamento de Ciências Exatas e da Terra – Colegiado de Análise de Sistemas, Universidade de São Paulo, 2005.

LINDA, H. **The integration of women into U.S. Navy aircrew training and squadron assignments.** London: Krops and Klesser comp 1990.

LINDSTRÖM, B.; GOODYER, T. M. **Risk and resilience processes in childhood and adolescence.** Oxford: Spencer, 1995.

LINDSTRÖM, BENGT. **O significado de resiliência. Adolescência Latinoamericana.** Göteborg, Sweden: Nordic School of Public Health, 2001.

LÖBACH, B. **Diseño Industrial Bases para configuración de los productos industriales.** Barcelona. Espanha: Editorial Gustavo Gili, 1981.

LONDEREE, B.R.; MOESCHBERGER, M.L. **Effect of age and other factors on maximal heart rate.** London: Horkroff, 1982.

LOUKOPOULOS, L. D.; DISMUKES, R. K.; BARSHI, I. **Opportunities for and vulnerabilities to error in everyday flight operations.** Bloomington: the Air Transport Association, 2003

LOUKOPOULOS, L. D. et al. . Cockpit interruptions and distractions, A line observation study. In R. Jensen Ed. , In: 11th International Symposium on Aviation Psychology. Columbus, OH, Ohio State University. Columbus, Ohio State **Anais** Jan. 15, 2003.

LUTHAR, S.; CICCETTI, D.; BECKER, B. **The Construct of Resilience, A Critical Evaluation and Guidelines for Future Work Child Development.** 1. ed. New England: Maquat University, 2000. OK

LUTHAR, S.; CICCETTI, D, **The Construct of Resilience, implications for intervention and Social Policies, Development and Psychopathology.** 1. ed. Lugano: Swthy, 2000.

MACDONALD, P. B. Walker, **Early Aviation at Farnborough**. 2.ed. London: Airship, . 1971.

MAHLER, H. **The mission of public health. Public Health – A Nordic Perspective**. Lund, Sweden: Kohler L, Göteborg, 1989.

MAJCHROWICZ, E.; NOBLE, E.P. **Early Aviation**. New York: Plenum, 1979.

MARAND, T. **Resilience**, Toulouse , France .Disponível em mar.and@irit.fr , Acesso em 11 de mar. de 2009 .

MARLEY, B..R. **A lógica nebulosa**. Rio de Janeiro: Núcleo de Pesquisa em Inteligência Computacional Aplicada - PUC, 2006.

MARROM, H.,H.S. **Aviation Physiology**. Londres: J.A. Gillies Pergammon, 1965.

MARSHALL, G.S. The physiological limitations of flying. **Journal of the Royal Aeronautical Society**, London, 1933.

MARTINO, J. P. **Technological Forecasting for Decision Making**. New England: J.A. Gillies Ed. Pergammon, 2000.

MARTINS, E., **Ergonomia na Aviação, Um estudo crítico da responsabilidade dos pilotos na causalidade dos acidentes** – monografia de Mestrado – UFPE, Depto de Design, Recife, 2005.

MARTINS, I. **Estudos ergonômicos de ambientes instrucionais de educação à distância na internet**. Dissertação de Mestrado, PUC.RIO.2002.

MARTINS, I., **O Erro Humano – Estudo para elaboração de monografia de Mestrado** – Puc, Rio, 2002.

MARTINS, S. **Direito do trabalho**. São Paulo: Atlas, 2002.

MASSON, T. **La Pression Barometrique Recherches de Physiologie Experimentale (Barometric Pressure Researches in Experimental Physiology)**. France: Centre Grenoble 1877.

MATEUS, S.; SANTOS, N. **A Evolução ergonômica nos cockpits de aviões Comerciais.** São Paulo: Atlas, 2001.

MATTHEWS, B.H.C. **Roxburgh, Enclosure on RAF.** North Caroline: McEdmardser, 1942.

MATURANA, H.; VARELA, F. L. **Arbre de la Connaissance, racines biologiques de la compréhension humaine.** Paris: AddisonWesley, 1994.

MAURINO, D. et al. **Beyond aviation human factors, safety in high technology systems.** Los Alamos: Hants Avebury Aviation, 1995.

MAYO, C. **Stress, Why You Have It and How It Hurts Your Health.** New York: Aviation McCarten Technical, 1953.

MCARDLE, W.D.. **Exercise Physiology, energy, nutrition and human performance.** Philadelphia: Lea & Febiger, 1991.

MCDONALD, A. D. et. al. **Spontaneous abortion and occupation. issue 28.** Vermont: USAF Burlington, 1987.

MCDONALD, A. D. et. al. **Spontaneous abortion and occupation.** New York: McDonald Airplanes and medical issues, 1987.

MCFARLAND, R.A., . **Human factors in air transportation.** New York: McDowel Douglas Aircraft , 1953.

MCFARLAND, R.A,H. **The metabolism of alcohol in man at high altitudes. Human Biol.** Philadelphia: Airforce Phil. Medical, 1936.

MCFARLAND, R.A.H. **The relationship. between alcohol intoxication and anoxaemia.** Philadelphia: Airforce Phil. Medical , 1966.

MCGRATH, J.J.; HATCHER, J. F. **Irrelevant stimulation and vigilance under fast and slow stimulus rates.** NEW YORK: Human Factors Research Inc. Technical report n.7,1961.

MCNEILL, F. M.. **Fuzzy Logic, a practical approach.** Londres: RAF Technical report n. aS-8v, AP, 1994.

Meio Ambiente, questões conceituais. Niterói: PGCA. RIOCOR, 2000

MEISTER, DAVID. **The History of Human Factors and Ergonomics.** Londres: Lawrence Erlbaum, 1999.

MELCHOR, J. **Medical Facts for Pilots AAM-400.00/1.** Florida: Federal Aviation Administration, Civil Aerospace Medical Institute, Aerospace Medical Education Division, 2004.

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.** São Paulo: UNIFESP, 1999.

MENDEL, M. **Uncertain rule-based fuzzy logic systems, introduction and new directions.** Londres: Prentice Hall P. T. R, 2001.

MENDES, A.; DIAS, R.T. **conexões ocultas, reflexões sobre a saúde do trabalhador e a prática sindical.** Boletim da Saúde, Porto Alegre, v. 20, n.1, Jan-2006.

MERRIT, A.C.; HELMREICH, R.L. Attitudes Toward Automation, The Effect of National Culture. In: EIGHTH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON AVIATION PSYCHOLOGY. **Anais** NEW YORK, 1996.

MERRIT, A.C.; HELMREICH, R.L. . Human Factors on the Flight Deck, The Influence of National Culture. **Journal of Cross Cultural Psychology**, London, 45 p., ____, 1997.

MEYER, R.; Mark, A. **Study of network expansion.** Philadelphia: Herberg and Febiger, 1999.

MILLER, L. H. **The Stress Solution.** Houphton, Virginia: ErickMothe , 2006.

MILLER, L.D.. **Effects of noise on people.** KeyWest: Acoustic Soc. America, 1974.

MILLS, J. H. et al. **Temporary changes of the auditory system due to exposure to noise for one or two days.** New Valley, North Carolina: J Acoust Soc Am , 1970.

MINGUET, A. **A construção do conhecimento na educação**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

MINTZES, J.; WANDERSEE, J. E. **Ensinando A Ciência Para A Compreensão**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2000.

Module 2. XOHP. 121 Coursebook. Distance teaching program for the diploma in Occupational Health Practice. Dunedin. New Zealand: Otago University Extension, 2001.

MONOD, H, **Aptitude physique et charge de travail,– notions of Ergonomics**. Paris: Masson, 1992.

MONOD, H, **Depense énergétique chez l homme, . Précis de Physiologie du Travail**. Paris: Masson, 1992.

MOORE, A. **Rethinking Innateness, A connectionist perspective on development**. Cambridge: Bradford Aviation, 2004.

MORAES, A.; MONTALVÃO, C. **Ergonomia. conceitos e aplicações**. Rio de Janeiro: Editora Ltda, 2002.

MORALES, L. R. **Para una Teoria del Diseño**. Ciudad de Mexico: Universidad Autonoma Metropolitana Azcapotzalco -Tilde, 1998.

MORAN, J.. **Mudanças na comunicação pessoal, gerenciamento integrado da comunicação pessoal, social e tecnológica**. São Paulo: Paulinas, 1998.

MOREIRA, M.; BUCHWEITZ, B. **Novas estratégias de ensino e aprendizagem**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1993.

MOREIRA, M..A. **Aprendizaje significativo, teoría y práctica**. Madrid: Visor, 2000.

MOREIRA, M.A. **Uma abordagem cognitivista no ensino da Física**. Porto Alegre: Universidade Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1983.

MOREIRA, M.A. **Mapas conceituais como instrumentos para promover a diferenciação**. Porto Alegre: Universidade Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1982.

MOREIRA, M.A.; Buchweitz, B. **Novas estratégias de ensino e aprendizagem, os mapas conceituais e o Vê epistemológico.** Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1993 .

MOREIRA, M.A.; Masini, E.F.S. **Aprendizagem significativa, a teoria de aprendizagem.** Brasília: Universidade de Brasília, 1999.

MORGAN, T.R.; REID, D.H.; BAUMGARDNER. F.W. **Pulmonary ventilation requirements evident in the operation of representative high performance aircraft.** Baltimore: Aerospace Medical Association, 2003.

MORIN, E. **Ciência com Consciência.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002.

MORIN, E. **Da necessidade de um pensamento complexo.** Porto Alegre, Sulina/Edipucrs. 1990, 2000.

MORROW, D. et al. **The influence of alcohol and aging on radio communications during flight.** Claudeville: National Aeronautics And Space Administration, 1990.

MOVIMENTO nos Aeroportos. Brasília, DF: INFRAERO, 2006

NAGEL, D. et al. **Human Error in Aviation Human Factor in Aviation.** London: Claudin Stefanie Academic Press, 1997.

NATIONAL AEROSPACE LABORATORY OF THE NETHERLANDS, **Flight Deck Automation.** Disponível em www.naln.nl, Acesso em 30/03/2005.

NATIONAL AEROSPACE LABORATORY OF THE NETHERLANDS, **Flight deck automation issues.** Amsterdam, Netherlands: National Aerospace Laboratory Of The Netherlands, 1994.

NATIONAL TRANSPORTATION SAFETY BOARD. **A Review of Flightcrew Involved, Major Accidents of U.S. Air Carriers, 1978 Through 2000. Safety Study, Technical Information Service, 2001, Report NTSB / SS. 4/03.** Springfield: National Aeronautics and Space Administration, 2002.

NATIONAL TRANSPORTATION SAFETY BOARD. **Safety report. General aviation accidents involving visual flight rules into instrument meteorological conditions. National Technical Information Service, Report NTSB / SR. 89/01.** Springfield: National

Aeronautics and Space Administration, 1989.

NATIONAL TRANSPORTATION SAFETY BOARD. **Aircraft Accident Reports / Washington D.C. USA, Technical Information Service, 2002, Report NTSB / SS. 003/01.** Springfield: National Aeronautics and Space Administration, 2009.

NATIONAL TRANSPORTATION SAFETY BOARD. **Safety report. A review of flightcrew. involved major accidents of U.S. air carriers, 1978 through 1990.** Springfield, VA , **National Technical Information Service, 1994, Report NTSB / SS. 94/01.** Springfield: National Aeronautics and Space Administration, 1996.

NEDER, M. **Estudos e Pesquisas de Psicossomatica e Psicologia.** São Paulo: Hospitalar do Programa de Pos Graduacao em Psicologia Clinica da Pontificia Universidade Catolica de Sao Paulo. 2005.

NEDER, M.; PEREIRA, M. L. **Resiliencia em ambiente de aviacao, um conceito aplicavel?** Rio de Janeiro: RMAB, 2005.

NERYA, Y. Coping with Tangible and intangible Traumatic Losses in Prisoners of War, **Israeli Journal of Psychiatry Relat Sci**, v. 38, n,° 36, p. 216-225, 2001.

NEWMAN, PETER **Computer Related Riscs**, Ithaca, N.Y. , Cornell University Press New York 1995, p. 68-69.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. **Human Error Analysis of ASRS Reports, Altitude Deviations in Advanced Technology Aircraft.** Springfield: National Aeronautics and Space Administration, 1992.

NICOGOSSIAN, A. et al. **Frequency.dependence of dynamic lung compliance during acute exposures to an altitude of 3, 962 meters.** Oklahoma City: Oakly, 2008.

NICOLIS, C.; NICOLIS, G. Anthropometric manikin for acoustic research. **Journal of the Acoustical Society of America**, Melville, New York , USA, v.9, n.34, p. 87-91, mar.1984.

NIEV, G. et al. Noise exposures and risks of hearing loss in pilots of general aviation aircraft. **Journal of Occupational Health and Safety**, Australia and New Zealand, v.7, p.183-187, Oct. 2007.

NORMAN, DONALD, **The Psychology Everyday**. London: The Miten press, 1988

NORMAN, DONALD, **Things that make us smart**. Cambridge: Florenvisky & Popins, 1991.

NORMAN, DONALD. **Humans and computers as complimentary systems. In The Invisible computer**. London: The Miten press, 1999.

NOVAK, J. A **Theory Of Education**. New York: Cornell University Press, 1992.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Teoria y practica de la educación**. Madrid: Ildelis Pablo, 1988.

NOVAK, J.D.; GowIn, D.B. **Aprender a aprender**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1996.

NOWINSKI, J. L. et al. **Human memory and cockpit operations, an ASRS study**. London: The Miten press , 1995

NUNES, L. Compreender o Cidadão. **Revista Portuguesa de Saúde Pública**, Lisboa, 1998.

O'HARE, D. **Ergonomics**. London: Cambridge press, 1994.

O'HARE, D.; WIEGMANN, S. – **Causal Factors of Accidents and Incidents Atributed tp. Human Error**. New Jersey: Federal Aviation Administration. Human Factors Aviation Research Program. , 2004,.

O'HARE, D. et al, **Ergonomics, Human Factor journal**, Lund, Sweden, v.8, n. 78, p. 4-5, p.185-189, nov. 1994.

O'DONNELL, M. Definition of Health Promotion. **American Journal of Health Promotion**, Florida 1986, v.56, p. 41-54, Jan. 2001.

O' HARE, D. **Cognitive failure analysis for aircraft accident Investigation. Ergonomics**. New York: Cornell University Press, 1994.

O'HARE, D.; OWEN, D. . **Country VFR Crashes, Pilot and Contextual Factors**. Hillsdale, NEW JERSEY: Lawrence Erlbaum Associates , 2002.

OBORNE, D..J.; ROGERS, Y. **Interactions of alcohol and caffeine on human reaction time.** New York: Cornell University Press, 1983.

OLIVEIRA, F. **Privatização do público, destituição da fala e anulação da política, o totalitarismo neoliberal. Os sentidos da democracia, políticas do dissenso e hegemonia global.** Petrópolis: Vozes, 1999.

OOSTERVELD, J. **Effect of gravity on positional alcohol nystagmus.** New York: Cornell University Press, 1970.

ORASANU, J,; MARTIN, L,; DAVIDSON J. **Cognitive and contextual factors in aviation accidents . Applications of naturalistic decision making.** NEW JERSEY: Lawrence Erlbaum Associates .2008.

OTTOWA C. **Aspects of aircraft design.** Geneva: Engelberg corp. Revue , 1986.

OWEN, M. J. P. **A survey of hearing loss in army aircrew. Occup.** New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1996.

PALMA, ALEXANDRE. **Ciência pós.normal, saúde e riscos dos aeronautas, a incorporação da vulnerabilidade.Tese,** Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública, 2002.

PANROTAS. **Acontece Comunicação / Qualidade do ar em aviões está sob suspeita.Varig Panrotas ,** p. 25, 3 de ago., 2004.

PAOLI, P,; MERLIE, D. **Troisième enquête européenne sur les conditions de travail. 2000.** Dublin: Fondation européenne pour le mélioration des conditions de vie et de travail, Paris, 2001.

PATERSON, ALEX **Aspects of aircraft design that enhance safety.** Lund: Lund University, 2000.

PAVARD, B,; DUGDALE, J. **The contribution of complexity theory to the study of socio.technical cooperative systems,.** Disponível em [http. //www.sv.cict.fr/cotcos/pjs/](http://www.sv.cict.fr/cotcos/pjs/) Acesso em 9/11/2003.

PAVARD, BERNARD **The contribution of complexity theory of cooperative systems.** Toulouse: Sud Aviation Coop Trents, 1996.

PEARSON, R. G. **Alcohol hypoxia effects upon operator tracking, monitoring, and reaction time.** NEW JERSEY: Lawrence Erlbaum Associates in press, 1968.

PELAUSA, E. O. ; ABEL S. M.; SIMARD, J. **Prevention of noise induced hearing loss in the Canadian military. Otolaryngology.** Canadá: Univ.Montreal, 1995.

PEREIRA, N.S. **Aviação, instinto e paixão.** Rio de Janeiro: Litteris, 1998.

PETTY, J.; MCNEIL, R.J. **Aeromedical evaluation of the Army Molecular Sieve Oxygen generator Systems. F.S. Report 77.** Nebraska: US Army Aeromedical Laboratory, 1977.

PIAGET, Jean. **O diálogo com a criança e o desenvolvimento do raciocínio.** São Paulo: Scipione, 1997.

PIERCE, Charles Sanders. **Semiótica.** 3.ed. São Paulo: Perspectiva, 2000.

PINKER, Steven – **Como a mente funciona.** São Paulo: Editora Edgard Buker, 1991.

POWERS, J. et al. **The aviation challenge .** NEW JERSEY: Flight foundation, Pilot Hillsdale, Lawrence Erlbaum Associates , 1999.

PRINZO, E B. **Air traffic Control Communication, It's Not only What You Say. It's How You Say It.** New Jersey: Flight foundation, Pilot Hillsdale, Lawrence Erlbaum Associates , 1995.

PROFILLIDIS, V. A. Econometric and fuzzy models for the forecast of demand in the airport of Rhodes. **Journal of Air Transport Management**, Xanthi, Grécia. v. 6, n. 62, , p. 95-100 , Apr., 2000.

PSYCHOLOGICAL ASSOCIATION. **How Does Stress Affect Us.** North Dakota: Harvard Medical School, 2003.

PUJOL R, et al. **Glutamate neurotoxicity in the cochlea, a possible consequence of ischaemic or anoxic conditions occurring in ageing.** Acta Otolaryngol Stock , suppl. 476, 1990, p. 32-36.

QUIRK, W. S, S. **Cochlear vascular changes in response to loud noise.** New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates press, 1995.

RABY, M,; WICKENS, C. D. Strategic workload management and decision bases in aviation. **International Journal of Aviation Psychology**, New Jersey, USA, v. 43, p. 211-213, ___ 1994.

RAHE, R.H,; ARTHUR, R.J. **Life change and illness studies. Past history and new directions.. Human Stress.** Baltimore, Maryland: Crhistian Mothe, DeHart, Roy , 1978.

RASMUSSEN, J,; LIND,M. **Coping with complexity. Technical Report Risc.M-2292.** Roskilde, Denmark, Risc National Laboratory 1981

RASMUSSEN, J. Human errors, a taxonomy for describing human malfunction in industrial installations. **Journal of Occupational Accidents**, NEWHAVEN. v. 4, p.311-333, Nov.1982.

RAYMAN, R. B. **Aircrew Health and Maintenance. Fundamentals of Aerospace Medicine.** Baltimore, Maryland: William Joyce Romey, 1996.

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.

RIBEIRO, SELMA et al. Cabine de vôo do ponto de vista da cognição distribuída. Artigo, XIII In: IX CONGRESSO BRASILEIRO DE ERGONOMIA, **Anais**, 2002.

RICEM C. et al. Sound levels from personal cassette players. **British Journal of Audiology**, Hillsdale, NEW JERSEY,1995.

ROACH, J,; EASTWOOD, A. **Turbo prop. airliner production list.** London: Drayton Pourvance, 2001.

ROBERT, E. et al. **USAF Special Report, AL.SR.0002, Night Vision Manual for the Flight Surgeon.** Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates in press, 1992.

ROBERTSON, D. **Functional significance of dendritic swelling after loud sounds in the guinea pig cochlea.** Baltimore, Maryland: Hardjomes, 1983.

ROBINSON, D. W. et al. , **Occupational hearing loss from low.level noise.** New York: HSE Books, 1994.

ROCHA, G.C. et al. **Sistemas de controle aeronáutico. ITA .** São Paulo, [http. //www.aer.ita.cta.br/cursos/proj98/CONTROLE/controlle.htm](http://www.aer.ita.cta.br/cursos/proj98/CONTROLE/controlle.htm) 1998.

ROOSA, M. W. **Child Development.** New York: McGraw.Hill, 1987.

ROOSA, M. W. **Main Effects versus interactions, and the Value of Resilience.** New York: McGraw.Hill, 1989.

ROOSA, M. W. **Some Thoughts about Resilience versus Positive Development.** New York: McGraw.Hill, 1988.

RUTTER, M. **Psychosocial resilience and protective mechanisms.** London: Keynes, 1 987.

RYAN, L.C.; MOHLER,S.R. **Intoxicating liquor and the General Aviation Pilot.** New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates in press, 1971.

RYBACK, R. ; DOWD, P.J. **After.effects of various alcoholic beverages on positional nystagmus and coriolis acceleration.** New York: McGraw.Hill, 1970.

RYBACK, R.S. **Effects of alcohol on memory and its implications for flying safety.** Philadelphia: Lea and Febiger pub, 1970.

SAIPHER ATC2007 **Saipher Tower Management System .** Disponível em, [http. //www.saipher.com.br/stms.asp](http://www.saipher.com.br/stms.asp). Acesso em, 09 de mar. de 2007.

SALVADOR, C. et al. **Psicologia do ensino.** Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

SANDERS, M.S.; MCCORMICK, E.J. **Human factors in engineering and design.** New York: McGraw.Hill. 1982.

SANTOS, N. et al. **Manual de Análise Ergonômica no Trabalho**. Curitiba: Gênese, 1997.

SARTER, B.; WOODS, D. How in the world did we ever get into that mode Mode Error and Awareness in Supervisory Control. Human Factors **The International Journal of Aviation Psychology**, New Jersey, USA. v. 37, p. 5-19, 1995

SARTER, N. B.; WOODS, D. D. Pilot Interaction With Cockpit Automation, Operational Experiences With the Flight Management System, **The International Journal of Aviation Psychology**, New Jersey, v. 42, p.303-321, 1992.

SARTER, N.B.; DAVID, D. 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**, New Jersey, USA. v. 3, p.1-28, 1994.

SASS, D.J. et al. Effects of Breathing Liquid Fluorocarbons on Pleural Pressures and Other Physiological Parameters. AND Liquid Breathing, Prevention of Pulmonary Arterial.Venous Shunting During Acceleration - Technical Report USAFSAM TR-72-15, **Journal of Applied Physiology**, Orlando, Fla, v. 45, p.1232-1234, Apr. 1972.

SCHUMAKER, E.F. **Good Work**. New York: Harper, 1979.

SCOTT, V. **Spontaneous unilateral pneumothorax in an airline pilot, A case report**. Massachusetts: Medicine, Addison.Wesley, 1973.

SEARLE, J. **Minds, brains, and programs. The behavioural and brain sciences**. New York: Cornell University Press, 1980.

SELTZER, V.W. **O computador no ensino, nova vida ou destruição? O uso de Computadores em Escolas. Fundamentos e Críticas**. S. Paulo: Editora Scipione, 1988.

SELYE, H. **Estresse, a tensão da vida**. São Paulo: IBRASA, 1965.

SENSIS CORPORATION **Airport Surface Detection Equipment Model JX ASDE.X**. Disponível em, <http://www.sensis.com/docs/128/>. Acesso em, 09 de mar. de 2007.

SETZER, V.W.; Monke, L. **Computers in Education, Why, When, How**. New York: .Mufoletto Cordeone, 1994.

SHAW, I.S. **Controle e Modelagem Fuzzy**. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.

SHEA, M.W. **Spontaneous Pneumothorax and its Effects on Aircrews**. Florida: Villaire Florida Institute of Technology, 2002.

SHEIER, M. F. ; CRAVER, C. S. **Optimism, coping, and health , Assessment and implications of generalized outcome expectancies, Health Psychology**. New York: Cornell University Press, 1985.

SHNEIDERMAN, B. **Designing the User Interface**. Massachusetts: Addison. WesleySmites, 1998.

SILVA, A. **Gerenciamento Pró.Ativo de Redes de Computadores baseado em Agentes Móveis e Lógica Fuzzy**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2001.

SIMÕES, E. Estresse, **Aviação em revista**. São Paulo, v.12, nov. 1988.

SIMON, H. **The sciences of the artificial**. Massachusetts: The MIT Press,1996.

SLACK, N. et al. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas. 1996.

SMITH, P.W. et al. **Toxicological findings in aircraft accident investigation**. New York: National Aeronautics And Space Administration, 1970.

SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS. COMMITTEE A-10, **Advanced Airborne Oxygen Sensors. M.W. Harral Military Breathing systems, Normalair.Garrett Ltd. Appendix XVII to the Unconfirmed Minutes of Meeting N. 65. Aircraft Oxygen Equipment. SAE**. Georgia, USA : Chief Systems Engineer, Aerospace equipment Division, 1989.

SOLOMON, Z.; PRAGER, E. Elderly Israeli Holocaust Survivors During the Persian Gulf War. A Study of Psychological Distress **American Journal of Psychiatry**, Arlington, Virginia, USA, n. 179, p 170-171, Dec. 1992.

SONINO, G. **Depois da turbulência a aviação brasileira aprende com suas crises**. São Paulo: APVAR, 1995.

SOUZA, F. ; BALLALAI,G. O Sono,destacando o sonho o ritmo biológico e a insônia. **Revista de Psicofisiologia**, São Paulo, v. 3, n. 12, p. 34, 1999.

SOUZA, R.J. Aviação. **SIPAER**, São Paulo, n.23, p.46-49, maio 1995

STERNBERG, R. J. **Psicologia cognitiva**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

SHEA, M. W. **Spontaneous Pneumothorax and its Effects on Aircrews**. Florida: Villaire Florida Institute of Technology, 2003.

STOCK, D.; SPOENDLIN, H. **Primary structural changes in the organ of Corti after acoustic overstimulation**. **Acta Otolaryngol**. Burlington: USAF Vermon Medical, 1971.

SUBBOTNIK, G.E. Experience with neurasthenia of aircrew personnel. **Cience and culture Aviation**, Tucson, North Carolina, USA, n. 67, p. 474-479, Jan.2001.

SUMWALT, R.L. Compilação vôos da RIO.SUL . Painel 1990 Adaptação , Instrutor Eng. Jefferson Vieitas Fragoso **Revista Internacional Professional Pilot**, São Paulo, n. 34, dez 1987 .

TAVARES, J. **Org. Resiliência e Educação**.São Paulo:Atlas, 2001.

TAYLOR, J.W.R **History of Aviation**. London: Addison.Wesley, 1973.

TENNEY, Y. J. **Pilot Opinions on High Level Flight Deck Automation Issues, Toward the Development of a Design Philosophy**. Massachusetts: Addison.Wesley, 1995.

THE CLEVELAND CLINIC. **Keys for Managing Daily Stress**. Cleveland, USA, p. 7-10, jun 4, 2009.

The Interfaces Between Flightcrews and Modern Flight Deck Systems. **Human Factors Team Report**, Washington, D.C. v. 88, p. 67-84 , Jan 1996.

THOMAS, E. **Emergency e Wilderness Medicine**. Baltimore, Maryland: Russel Joyce, 2000.

THURSTON, D. B. **Design for Safety**. São Paulo: , Atlas, 1988.

TISSANDIER, G. **Le voyage a grande hauteur du ballon Le Zenith**. Paris: Nature, 1875.

UNDERWOOD, E. **Impaired pilot performance, Drugs and alcohol**. Atlanta: Douglas Poyrvance, 1975.

UVA, A. S. **Qualidade do ar interior em aeronaves de aviação comercial**. Lisboa: OPSS, Observatório Português de Sistemas de Saúde, 2004 .

VALADARES, J.. **Didáctica da física e da química**. Lisboa: Universidade Aberta. 1991

VAN DEELEN, G.; BLOM, J. H. **Hearing loss and radiotelephony intelligibility in civilian airline pilots**. New York: McGraw.Hill, 1990.

VAN PATTEN, R. E. **A History of Developments in Aircrew Life Support Equipment**. New York: McGraw.Hill, 1996.

VASCONCELLOS, J. G. M. **Recursos Humanos e Subjetividade**. Petrópolis: Vozes, 1997.

VASCONCELOS, S. **Resiliencia**. Porto Alegre: UFRS, 2008.

VAUGHAN, T. L. D.. **Fetal death and maternal occupation An analysis of birth records in the state of Washington**..Texas: Occupational. Aviation Medicine. Brooks AFB.,1997.

VILELA, R. A. G. Culpa da vítima, um modelo para perpetuar a impunidade nos acidentes do trabalho. **Cad.Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 2, , p. 570-579, 2004.

VOGE, V.M.; ANTHRACITE, R. **Spontaneous pneumothorax in the USAF aircrew population, A retrospective study**. New York, Stephan Ness Hill, 1986.

VOYACHEK, W. **Fundamentals of Aviation Medicine**. Kensinsk: Pavlov Institute of Aviation Medicine, 1937.

VOYACHEK, W. E. **Man in Flight. Biomedical achievements in aerospace.** Washington D.C.: Leeward, 1979,

WAGSTAFF, A. S. , **Effect of active noise reduction on noise levels at the tympanic membrane.** Los Alamos: MirianLam and Linviston, 1998.

WALLGREN, H ; BARRY, H., **Actions of alcohol.** Amsterdam: Elsevier hing Company, Ned, 1970.

WARD, W. D, **Auditory fatigue and masking. Modern developments in audiology.** New York: Jerger J, ed. Academic, 1963.

WATSON, D, **Constitution,** Geneva, 1948, disponível em <http://aeromedical.org/#10a>
Acesso em 15 de nov. 2009.

WATSON, D. Visual **dominance can lead to illusions and disorientation.** CAA Aviation Bulletin: N. 2, Mar. 1992 acesso em [.http. //aeromedical.org/](http://aeromedical.org/). 26 dez 2008.

WILKINSON, R. T. Interaction of noise with knowledge of results and sleep. deprivation. **Journal of Experimental Psychology**, Washington D.C., USA., v.5, n 56, p.332-337, 1963.

WISE, L.M. **Flying the morning after the night before.** Washington DC: Porenkins, 1979.

WOLFE, T. **The Right Stuff.** New York: Cornell University Press, 1975.

WOOD, K.E. Alcohol associated with fatal light aircraft accidents, **American Journal of Psychiatry**, Arlington, Virginia, n. 34, p 46-50 , 1975

WOODING, J,; LEVENSTEIN, C. **The point of production. Work environment in advanced industrial societies.** New York: The Guilford Press, 1999.

WOODS D.; COOK, R. **Behind Human Error, Taming Complexity to Improve Patient Safety.** OHIO: Institute for Ergonomics The Ohio State University, 1997.

WOODS, D,; COOK, R. **Perspectives on Human Error, Hindsight Bias and Local Rationality Handbook of Applied Cognitive Psychology.** New York: Durso Eds. Wiley, 2000.

WRIGHT, M. I. , **Pathology of deafness**. Manchester: University Press, 1971.

YACAVONE, D. **Mishap trends and cause factors in Naval aviation , A review of Naval Safety National Transport Safety Board .** Washington D.C.: JiMore, 1993.

YEN, J. **Fuzzy logic, a modern perspective**. New York: McGraw.Hill, 1988.

YORK, S. Pressurized breathing trials in the United Kingdom. **Human Factors Team Report**, Washington, D.C., USA, v.8, p. 134-165, Jan.1983.

YUNES, M.A.M ; SZYMANSKI, H. **Resiliência, noção, conceitos afins e considerações**. 3ª Petrópolis: Vozes, 2006.

ZACCAI, G. **Cultura, consciência e crescimento**. Petrópolis: Ed.Vozes, 1996.

ZADEH, L. A. **Toward a theory of fuzzy systems. Aspects of network and system theory**. New York: Holt, Rinehart and Winston , 1971.

ZELMAN, S, **Correlation of smoking history with hearing loss**. NEW JERSEY: , Lawrence Erlbaum Associates, 1973.

ZIEMKE, T.; SHARKEY, N. E. **A stroll through the words of robots and animals, applying Jakob von Uexküll's theory of meaning to adaptive robots and artificial life**. Massachusetts: Addison.Wesley, 2001.

APENDICES

Apêndice A- Roteiro e formulário da pesquisa qualitativa- formulário de entrevista



Centro de Pesquisa Aggeu Magalhães

MINISTÉRIO DA SAÚDE
FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ - FIOCRUZ
CPqAM
Campus da UFPE – Av. Moraes Rêgo, s/n – Cidade Universitária – Recife - PE

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Pesquisa de coleta de dados para elaboração de uma tese de doutorado em saúde pública –
Cpqam – Fundação Oswaldo Cruz

Objetivos e roteiro da entrevista com piloto (não citar nomes de pessoas ou Empresas)

Preencha o máximo de respostas que puder, por favor – este é um trabalho de cunho acadêmico e científico, sob vistas e supervisão permanente do Comitê de Ética do centro de pesquisas Aggeu Magalhães (PE) da Fundação Oswaldo Cruz (RJ) e tem como objetivo final auxiliar todo meio aeronáutico.

Pretendemos constatar com nosso trabalho que o modelo atual de organização de trabalho de aeronautas que integra aspectos de saúde e medicina do trabalho, ergonômicos, psicológicos, de engenharia e informacional aplicável á moderna aviação não reduz como deveria as situações de risco e não previne adequadamente acidentes e doenças do trabalho.

O entrevistado autoriza, caso responda a este questionário e o devolva ao remetente, concordando com a utilização destas informações para realização de análises e estudos na elaboração de uma tese de doutorado sendo única e exclusivamente para fins acadêmicos e científicos. Será mantida a confidencialidade e o anonimato das respostas onde serão usadas para a obtenção de dados estatísticos e outros elementos fundamentais da pesquisa segundo os objetivos acima descritos no parágrafo anterior.

Enviar para (e-mail): edgard@poli.br ou edgardpiloto@click21.com.br ou etm@cpqam.fiocruz.br ou Rua Setúbal 1360 apto 201- Boa Viagem – Recife, PE cep 51130010
EDGARD THOMAS MARTINS tel (81) 86510154 41413131

Apêndice B - O sistema Aviation Database - Descritivos do sistema

Apresentação de 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
```

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 tela abaixo. Este exemplo apresentado 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. Podemos ainda ver, neste exemplo na elipse em vermelho, totalizações que indicam, numericamente, a influência dos vetores trabalho e saúde.

Indexada por erro ergonômico-totais-sintético - aberta por fatores ergonômicos	
B1	* Tot-Probl.estrutural(escolha/teste errado de materiais) : 18= 4.89%
B10	* Tot-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao): 64= 17.39%
B11	* Tot-Treinamento inapropriado /Treinamento deficiente : 29= 7.88%
B12	* Tot-Erro mecanico/manutencao falha dispositivos/instrument: 38= 10.33%
B13	* Tot-Erro de leiaute : 1= 0.27%
B14	* Tot-Sobrecarga emocional e / ou cognitiva : 5= 1.36%
B15	* Tot-Distribuicao errada da tarefa : 1= 0.27%
B16	* Tot-Instrumentos ou posicao deficiente : 4= 1.09%
B17	* Tot-Erro linguagem (no cockpit ou com o exterior) : 10= 2.72%
B18	* Tot-Erro comunicacional : 11= 2.99%
B19	* Tot-Erro informacao(chega ao piloto- cockpit ou exterior) : 36= 9.78%
B2	* Tot-Erro de projeto : 13= 3.53%
B20	* Tot-Erro coletivo (cockpit e/ou corporativo) : 32= 8.70%
B21	* Tot-Outros problemas ergonômicos / cognitivos : 7= 1.90%
B3	* Tot-Escolha errada de aeronave : 1= 0.27%
B4	* Tot-Pessoal apoio terra/carga mal posicionada/excesso : 13= 3.53%
B5	* Tot-Estresse : 20= 5.43%
B6	* Tot-Torre de controle (Procedimento com ATC) : 21= 5.71%
B7	* Tot-Fadiga e problemas fisiologicos/ disturbios fisiologic: 31= 8.42%
B8	* Tot-Problemas psicologicos e emocionais : 6= 1.63%
B9	* Tot-Erro de lideranca : 6= 1.63%
B99	* Tot-Nenhum problema detectado : 1= 0.27%

Total registros= 368	

Totais por focos de analise - Nucleo do algoritmo	

Vetores trabalho e agravos de saude na amostra:	
vetor saude: 99	
99 ocorrencias em 368 = 26.90 %	
Vetor trabalho: 84	
84 ocorrencias em 368 = 22.83 %	
Vetores participacao do piloto na amostra:	
Participacao (PODE TER) direta do piloto: 108	
108 ocorrencias em 368 = 29.35 %	
SEM participacao direta do piloto: 155	
155 ocorrencias em 368 = 42.12 %	
Participacao JUSTIFICADA do piloto: 105	
105 ocorrencias em 368 = 28.53 %	
Sem avaliacao da participacao do piloto: 102	
102 ocorrencias em 368 = 27.72 %	

Imagem de uma edição exportada para programas do sistema Office (Windows da Microsoft)

O sub-sistema EDITOR do Aviation DataBase permite dois processos distintos:

2. Trabalhar com todo o banco de dados
3. Trabalhar com partes específicas e relacionadas às análises

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 vetores tendo como chave principal os condicionantes saúde, trabalho, ergonomia e aspecto psico-social.
- 2) Focar o vetor saúde-trabalho relacionando com as causalidades como fator de agrupamento

A tela abaixo mostra 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 opções podem definir seleções parciais chamadas de FILTROS . 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 momento significativo ou mesmo um acidente segundo a expressão polinomial $f \{(F_n), (A_n), (C_n), (I_n), (B_n), (F_t), (F_m)\}$



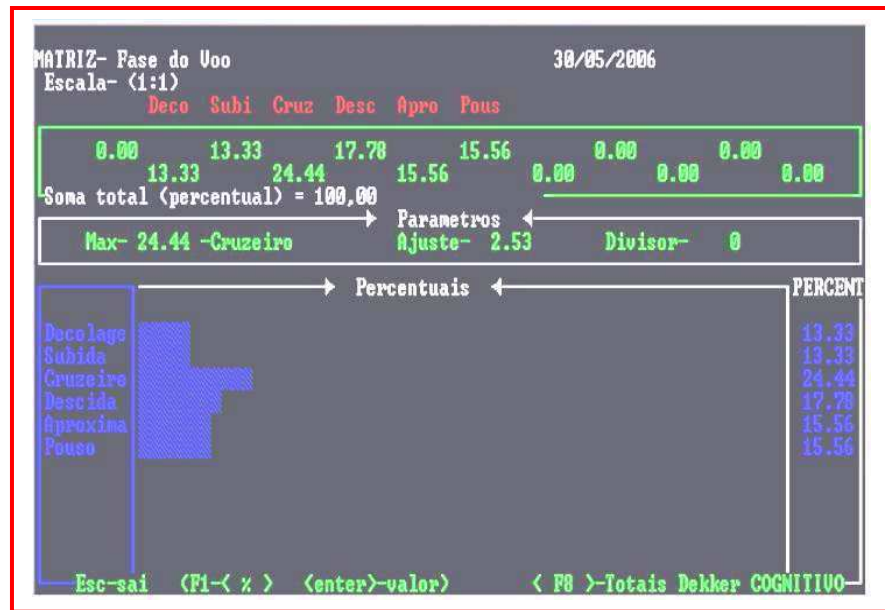
Uma das telas utilizadas como interface para montagem de relatórios estatísticos e correlações

A tela abaixo orienta a seleção de grupos e origens de falhas permitidas pelo sistema que podem ser correlacionadas entre si, robustecendo o foco sistêmico demonstrado nesta tese:



Tela do sistema DataAviation que apresenta uma das alternativas de filtro.

Os filtros de perspectivas de falhas podem ser utilizados em qualquer opção apresentada no menu da figura 162 da pág. 498, 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 tela abaixo, um exemplo de gráfico para uma seleção de erros em fases do voo.



Tipo de gráfico produzido pelo sistema para as principais montagens do sistema.

Apêndice C –Endereços na INTERNET consultados

<http://aeromedical.org/#10a> Acesso em 15 de nov. 2009.

[http. //www.ismmed.org/np_altitude_tutorial.htm](http://www.ismmed.org/np_altitude_tutorial.htm). acesso em 7/06/2009.

[http. //www.high.altitude.medicine.com/AMS.medical.html](http://www.high.altitude.medicine.com/AMS.medical.html). acesso em 7/06/2009.

[http. //www.high.altitude.medicine.com/hyperbaric.html](http://www.high.altitude.medicine.com/hyperbaric.html). acesso em 7/06/2009.

[http. //www.high.altitude.medicine.com/AMS.LakeLouise.html#HACE](http://www.high.altitude.medicine.com/AMS.LakeLouise.html#HACE). acesso em 7/06/2009.

[http. //www. portalbrasil.net/aviacao_histbram](http://www.portalbrasil.net/aviacao_histbram) acesso em 7/06/2008.

[http//www.aerovag.com.br/?pg=noticiaeid=734](http://www.aerovag.com.br/?pg=noticiaeid=734) – Breve história da aviação. Acesso em 13/11/2009. 24/02/2008. Lauro Ney Batista.

[http//www.loc.gov/rr/print/coll/236_wright.html](http://www.loc.gov/rr/print/coll/236_wright.html) acesso em 7/06/2008.

[http//www.reservaer.com.br/biblioteca/e.books/correio/1.correioaereomilitar.html](http://www.reservaer.com.br/biblioteca/e.books/correio/1.correioaereomilitar.html) em 13/11/2009.

[http//yourtotalhealth.ivillage.com/anxiety.disorders?ivNPA=1esky=ggl|ths|cymbalta|anxiety|](http://yourtotalhealth.ivillage.com/anxiety.disorders?ivNPA=1esky=ggl|ths|cymbalta|anxiety|). acesso em 7/06/2009.

[http//yourtotalhealth.ivillage.com/anxiety.disorders.html?pageNum=9](http://yourtotalhealth.ivillage.com/anxiety.disorders.html?pageNum=9). acesso em 7/06/2009
[http//aeromedical.org/](http://aeromedical.org/). acesso em 7/06/2009.

[http//yourtotalhealth.ivillage.com/stress.html](http://yourtotalhealth.ivillage.com/stress.html) acesso em 7/06/2009.

[http//pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro,RobertFuddBewusstsein17Jh.png](http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro,RobertFuddBewusstsein17Jh.png) acesso em 7/06/2009.

Mount Sinai Medical Center. Stress. <www.mssm.edu>. acesso em 7/06/2009.

<www.clevelandclinic.org>. acesso em 7/06/2008.

<http://portalteses.icict.fiocruz.br/pdf/FIOCRUZ/2002/palmaad/capa.pdf> acesso em 7/06/2008.

[http. //ntrs.nasa.gov/search.jsp?No=10eN=4294900914](http://ntrs.nasa.gov/search.jsp?No=10eN=4294900914). acesso em 7/06/2008.

[http. //www.flightsafety.org/fsd/fsd_jul95.pdf](http://www.flightsafety.org/fsd/fsd_jul95.pdf) acesso em 7/06/2008.

[http. //www.revistavigor.com.br/2008/04/29/qualidade.do.ar.em.avioes.esta.sob.suspeita/](http://www.revistavigor.com.br/2008/04/29/qualidade.do.ar.em.avioes.esta.sob.suspeita/) acesso em 15/01/2006.

[http. //www. pabloaerobrasil.net/](http://www.pabloaerobrasil.net/) acesso em 15/01/2006.

fernando.toscano@portalbrasil.net acesso em 15/01/2006.

[http. //www.cmdcagja.org.br/cmdca/resiliencia.htm](http://www.cmdcagja.org.br/cmdca/resiliencia.htm) acesso em 15/01/2006.

[http. //www.airsafetygroup. com.br/](http://www.airsafetygroup.com.br/) acesso em 15/01/2006.

[http. //www. psiqweb.med.br/geriat/2000](http://www.psiqweb.med.br/geriat/2000) Acesso em, 15 de mar. de 2008.

Leonardo.lbx @psychology.nottingham.ac.uk Acesso em, 15 de mar. de 2008.

[www.airsafetygroup. gov](http://www.airsafetygroup.gov) Acesso em, 15 de mar. de 2008.

[http. //www.sv.cict.fr/cotcos/pjs](http://www.sv.cict.fr/cotcos/pjs) Acesso em, 5 de maio de 2008.

[http. //memex.lib.indiana.edu/hcilab/1542syll.html](http://memex.lib.indiana.edu/hcilab/1542syll.html) Acesso em, 25 de mar. de 2009.

[http. //human.factors.arc.nasa.gov/ flightcognition/pubs.html](http://human.factors.arc.nasa.gov/flightcognition/pubs.html) Acesso em, 15 de maio de 2009.

[http. //www.cogs.susx.ac.uk/users/yvonner/dcog94.html](http://www.cogs.susx.ac.uk/users/yvonner/dcog94.html) Acesso em 15 de nov. de 1999.

www.brainconnection.com. Acesso em, 16 de mar. de 2007.

[http. //flighthdeck.ie.orst.edu/](http://flighthdeck.ie.orst.edu/) Acesso em, 16 de mar. de 2007.

[http. //humanfactors.arc.nasa.gov/flightcognition/pubs.html2001-](http://humanfactors.arc.nasa.gov/flightcognition/pubs.html2001-) Acesso em 15 março, 2007.

[http. //humanfactors.arc.nasa.gov/flightcognition/pubs.htm](http://humanfactors.arc.nasa.gov/flightcognition/pubs.htm) Acesso em, 15 de março 2007.

www.naln.nlr.nl Acesso em 30/03/2005.

[http. //www.nlr.nl](http://www.nlr.nl) Acesso em 30/03/2005 www.hf.faa.gov/krebs Acesso em 12.03-2006.

[http. //www.vision.net.au/~apaterson/aviation/aircraft_ design.htm](http://www.vision.net.au/~apaterson/aviation/aircraft_design.htm) Acesso em 20 março 2005.

[http. //www.sv.cict.fr/cotcos/pjs/](http://www.sv.cict.fr/cotcos/pjs/) Acesso em 9/11/2003.

[http. //www.saipher.com.br/stms.asp](http://www.saipher.com.br/stms.asp). Acesso em, 09 de mar. de 2007.

www.hf.faa.gov/krebs Acesso em 12.03-2006.

[http. //human.Factors.arc.nasa.gov/flightcognition/pubs.html](http://human.Factors.arc.nasa.gov/flightcognition/pubs.html) Acesso em dez-2009.

[http. //www.mathworks.com/fuzzy/fp. 351dup. 8-html](http://www.mathworks.com/fuzzy/fp.351dup.8-html), Jan. 2006.

[http. //www.high.altitude.medicine.com/AMS.LakeLouise.html](http://www.high.altitude.medicine.com/AMS.LakeLouise.html), Maio-2000.

[http. //yourtotalhealth.ivillage.healthline.com/galecontent/mental.health](http://yourtotalhealth.ivillage.healthline.com/galecontent/mental.health) Acesso em 2 de jan. 2009.

[http. //www.cmdcagja.org.br/cmdca/resiliencia.htm](http://www.cmdcagja.org.br/cmdca/resiliencia.htm) acesso em 12/12/2008.

[www.airsafetygroup. com.br](http://www.airsafetygroup.com.br). Acesso em 15.01-2006.

www.radartutorial.eu/02.basics/rp.15.em.html. Acesso em, 15 de mar. de 2007.

<http://www.faa.gov/> Acesso em 15 de mar. 2005.

http://www.portalbrasil.net/aviacao_histbram Acesso em, 15 de mar. de 2007.

<http://www.infraero.gov.br>. Acesso em, 10 de fevereiro de 2006.

<http://www.nlr.nl> Acesso em 30/03/2005 .

<http://www.meioaereo.com/aviacao/p=2401> acesso em 23 set 2009.

<http://www.research.avayalabs.com/user/wadler/topics/history.html>. Acesso em,03 de dezembro de 2002.

www.mayoclinic.com. Acesso em,03 de dezembro de 2002.

Apêndice D – Bibliografia Complementar

Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM IV). Washington D.C.: AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION, nov. 2006.

Code of Practice for reducing the exposure of employed persons to noise. Washington, D.C.: AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION. Department of Employment, jul. 2006.

BARNUM, F. Spatial disorientation aircraft accidents. In: SCIENTIFIC MEETING OF THE AEROSPACE MEDICAL ASSOCIATION, 44., 1969, Las Vegas, CA. **Anais.** Las Vegas, 1973.

BILLINGS, C. E.; REYNARD, W. D. And we were tired, fatigue and aircrew errors Digital Avionics Systems Conference, 1992. In: IEEE/AIAA 11th, 5., Issue, 5-8 Digital Object Identifier 10-1109/DASC-1992-282132, p. 352 – 357, Oct 1992.

BOYER, P. G. Loc, Could it happen to you? **AOPA– Aircraft Owners and Pilots Association Australia Magazine.** Sidney, Australia, v. 43, n. 8, p. 15-21, Aug.1990

BARROS, M. **A Jornada de Trabalho do Aeronauta à Luz da Constituição Federal de 1988**, Monografia apresentada à Universidade Estácio de Sá como parte dos requisitos para a obtenção do título de bacharel no Curso de Direito, Rio de Janeiro, 2005, p. 25-119.

BAUMER, M. 2002 Exigências fisiológicas e ergonômicas da atividade de piloto aviador– In: do congresso Abergó 2002. Curitiba, **Anais**, ago, 2002.

BRENNER, M.; CASH, J.R. **Speech analysis as an Index of Alcohol Intoxication. The Exxon Valdez accident.** Springfield: National Aeronautics and Space Administration, 1991.

CARUCCI, P. M.; PRASAD S. **A comparison of motor occupations reported on live birth certificates and on a survey questionnaire.** PublicHealthRep. 5432437. 1979.

CENTRO NACIONAL DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES. **Anuário do Transporte Aéreo– dados Estatísticos**–Ministério das Aeronáutica– ANAC, Brasil, 2004.

COSTELA, et al. Proposta de método para identificação de tipos de erros humanos. **New York**: Erickson and Christian publ m , 2005.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION- **DOT/FAA/AM.00/32**. Oklahoma City, Oklahoma, U.S, Civil Aerospace Medical Institute. Oct. 2000, p. 45-49.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION - **DOT/ /AM.00/51**. OklahomaCity, Oklahoma, U.S., U.S. Federal Aviation Administration FEDERAL AVIATION

ADMINISTRATION Civil Aeromedical Institute CAMI, now the Civil Aerospace MedicalInstitute. nov. 2000, p. 82-89.

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, p. 88-92, p. 112-114,

FLIGHT SAFETY FOUNDATION • Human Factors e Aviation Medicine •In: Annual Corporate Aviation Safety seminar,Phoenix, Arizona, **Anais** jan–february 2006.

FREITAS, R. **Estudo da capacidade funcional e suporte social**. Lisboa , Escola Nacional de Saúde Pública, dissertação elaborada no âmbito do Curso de Saúde Pública III, ministrado pela ENSP, UNL, 1988, p. 145-170.

FUNTOWICZ, S.; RAVETZ, J. **Emerging complex systems**. _____, Futures 1994, p. 568-582.

FUNTOWICZ, S.; RAVETZ, J. **Uncertainty And Quality In Science For Policy** Leinfelder edit, Kluwer Academy , 1990, 1994, 1997.

GERSHENSON, C. Lógica multidimensional, un modelo de lógica paraconsistente. In: Memorias del XI Congreso Nacional ANIEI, **Anais** 1998, p. 132-141.

GERSHENSON, C. Modelling emotions with multidimensional logic. In: 18th International Conference of the North American Fuzzy Information Processing Society NAFIPS99, **Anais** 1999, p. 42-46.

GRAHAM, T. E. **Thermal and glycaemic responses during mild exercise in +5 to-15°C Environments following alcohol ingestion**. Aviation Space Environment. Med. Dayton,

OHIO, USA, 1981, p. 517-522.

GIBBONS, H.L, et al. **Analysis of medical factors in aircraft accidents in 1965.** Texas: Med. 63, USA, 1967, p. 667-671.

GIBBONS, H.L, PLECHUS JL. **Analysis of medical factors in fatal aircraft accidents.** Texas State J. Med. 61 1965, p. 667-671.

GIBBONS, H.L. **Alcohol, Aviation, and Safety Revisted, A historic review and a suggestion.** Aviation. Space Environ. Med. 59, 1988, p. 657-660.

GILSON, RD, et al. **Effects of different alcohol dosages and display illumination on tracking performance during vestibular stimulation.** Aerospace Med. Dayton, OHIO, USA, 1972, p. 65-66

GILSON, RD, et al. **Influence of vestibular stimulation and display luminance on the performance of a compensatory track task.** Aerospace Med, Dayton, OHIO, USA, 1970. p. 121-127

HANSEN, J.E. ; CLAYBAUGH, J.R. **Ethanol induced lowering of arterial oxyhaemoglobin saturation during hypoxia.** Aviation Space Environment Med. 46 9, Columbus, OHIO, 1975, p. 423-427.

JENKINS R. et al, **Simpósio de Gerenciamento de Recursos e Equipes, CRM, Rio 2004.**

JOHNSTON, N. F. et al. Aviation psychology, training and selection. In: 21th. European Association for Aviation Psychology Conference. Avebury Aviation. **Anais** Atenas, GR, 1994.

JONES, H.G.; JONES, M.B. **Introduction, some terminology and common mechanisms.:** European Association for Aviation Psychology Conference. Avebury Aviation. Atenas, GR, 1994.

KARNIK, N.N.; Mendel, J.M.1 Introduction to type-2 fuzzy logic systems . Fuzzy Systems , In: IEEE World Congress on Computational Intelligence, The 1998 IEEE International Conference. **Anais** v. 2, 4-9 May 1998, p. 915-920.

KASABOV, N. K. **Foundations of Neural Networks, Fuzzy Systems, and Knowledge Engineering** , . ed. Mas , Massachusetts Institute of Technology, 1998.

KATOH Z. S. **Effects of alcohol on voluntary eye movements.** Aviation Space Environment Med. Philadelphia, Williams and Wilkins, USA , 1988, p. 606-610.

KEN F. et al., **Flight Deck Automation Issues.** Disponível em <http://flightdeck.ie.orst.edu/FDAI/html> Acesso em 19.09-1999.

KARVONEN, M.K.; MUSTALA, O. **The effects of training heart rate, a longitudinal study, Annales medicinae experimentalis et biologia,** National Comorbidity Study. Archives of General Psychiatry, Los Alamos, CA, USA, 1957, p.307-315.

KIRALY, R.J.; BABINSKY, D. **On-Board Aircraft Oxygen Generating System** Document N. , NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION Ames Research Center, **Florida USA**, 680716 Date hed, February 1968.

KIRKHAM, W.R.; COLLINS, W.E. **Spatial disorientation in general aviation accidents.** Aviat Space Environ Med NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION Medicin bulletin Los Alamos, CA, 1978, p. 108-118.

LAWTON B W **Typical hearing thresholds, a baseline for the assessment of noise-induced hearing loss.** ISVR Technical Report No 272, Southampton. 1998.

LEBIGOT, F.; COLS, H. **La Demande de Soins dans les Neuroses Traumatiques de Guerre** Annales Medico. psychologiques, Paris, Fr. V. . 149 n.º 2, 1996, p. 131-149.

LENDRUM, L. ET AL. **Data Logger A Flight Data Logger Operations Change** 1. Technical Report ARL.02-2/FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION.02-1, February, 2002.

LEVINE J.M., et al. **Effects of alcohol on human performance, An Integration of research findings based on abilities classification.** J. Appl. Psychol. V, p. 285-293.

LIMA, F. et al **Análise do trabalho como fator de aumento da eficácia da informatização.** In: V Seminário de Engenharia Industrial. Timóteo **Anais MG.** 1995.

LUEG , C. **Process of silencing sound oscillation.** US Patent n. 2043 416. 1936.

MAURO, A. Gerenciamento de Recursos e Equipes-CRM, Min.Defesa.Rio, **Anais Simpósio BRASIL**, 2004.

MENDEL, M. Fuzzy Logic Systems for Engineerings, A Tutorial , Atlanta, In: IEEE. 1995, Atlanta, USA,**Anais** 1995.

MOHLER S.R. Recent **findings on the impairment of airmanship.by alcohol**. FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, Office of Aviation Medicine Report.AM-66. Florida 1966.

MONEY KE, LANDOLT JP. **An unusual toxicological property of alcohol, The density effect on the organ of balance**. Defence and Civil Institute of Environmental Medicine Toronto, Canada. 1983, p. 44.

MORAES, Anamaria de et al. Ergonomia, usabilidade e qualidade de produtos, conforto e segurança dos usuários, defesa do consumidor. Rio de Janeiro **Anais PeD Design 96**. In: 2º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design em Belo Horizonte, AEND. BR, Estudos em Design. Rio de Janeiro 1996, p. 11-21.

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 PeD Design 98.In: 3º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design. AEND. BR, Estudos em Design. Rio de Janeiro **Anais** 1998, p. 83-88.

MOREIRA, L.A. **Cálculo de propriedades físico.químicas de sistemas coloidais via equação de Poisson.Boltzmann, efeito da inclusão de potenciais não.eletrostáticos**, Dissertação de Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, Escola de Química/UFRJ, Rio de Janeiro 2007.

MOREIRA, M.M. **The use of concept maps and the five questions in a foreign language**, Brasília, Ed. da UnB e Oxford University UK, 1998, 1999.

MOREIRA, S. B. Aspectos antropométricos e de composição corporal dos radaristas do Controle de Tráfego Aéreo do Rio de Janeiro In: APP/RJ em 1999. – ABERGO.2000, **Anais**, 2000.

MOSKO J D.; FLETCHER J. L.; LUZ G A, **Growth and recovery of temporary threshold shifts following extended exposure to high.level, continuous noise**. US AMRL Rep.911, Fort Knox, Ky, 1970, p. 178-182.

MOYANO L. **Mecânica estatística não extensiva em sistemas complexos, fundamentos dinâmicos e aplicações.** Tese de doutorado. Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, Rio de Janeiro, 2006.

NARINDER T. **Weather related fatal general aviation accidents**, Ind J Aerospace Med 46 2 Santa Monica, CA , Human Factors and Ergonomics Society, Ney Jersey, NEW JERSEY , 2002.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. **Accession N. , 74A13532, Document ID, 19740030782** Center, Johnson Space Center Added to NTRS, 2004-11.03, Cape, FLORIDA 1973.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION.(NASA) **Technical Memorandum 109171. Jan. 1995. In: FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION Office of System Safety Workshop. on Flight Crew Caused Accident and Incident Human Factors.** FLA, Jun. 1995, p. 21-23.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION.(NASA) **Aviation weather program , Aviation weather information level III v. 4.** Florida USA 1999.

NORTH, C.. Psychiatric Disorders in Rescue Workers After the Oklahoma City Bombing, **American Journal of Psychiatry**, Oklahoma, USA, v.2 , p. 85-89, ___ 2002.

NUNES L. SABOGA, V. Compreender o Cidadão e Fortalecê-lo na Gestão do Stress, in **Revista da Escola Nacional de Saúde Pública**, Universidade Nova de Lisboa, 1998, cap. 1,6.

NATIONAL TRANSPORTATION SAFETY BOARD. **Stall and Loss of Control on Final Approach, Atlantic Coast Airlines, Inc./United Express Flight 6291, Jetstream 4101, N304UE, Accident Report** , Columbus, Ohio, Jan. 7, 1994., Oct 6, 1994.

O'HARE, D. **Ergonomics**, London: Cambridge press, 1994.

O'HARE, D.; WIEGMANN, S. – **Causal Factors of Accidents and Incidents Atributed tp. Human Error** –New Jersey: Federal Aviation Administration. Human Factors Aviation Research Program. , 2004,.

OLIVEIRA, R. D. A ergonomia no projeto de design industrial, um fator de usabilidade. In: I Encontro África. Brasil de Ergonomia V Congresso Latin. Americano de Ergonomia IX Congresso Brasileiro de Ergonomia III Seminário de Ergonomia da Bahia **Anais**, 1999.

OLIVEIRA, L. F. **A Flexibilização da Lógica em Direção a uma Melhor Modelagem da Mente** – Programa de Pós-graduação em Filosofia, área de concentração em Ciência Cognitiva e Filosofia da Mente. Faculdade de Filosofia e Ciências UNESP. 2000.

PADOVANI, STEPHANIA – aula **princípios para o projeto de sistemas informacionais** mestrado em design | ufpe. notas de 2005.

PRINCE M M, MATANOSKI G M, Problems in ascertaining the combined effects of exposure, results of an occupational cohort study of the joint effects of noise and smoking on hearing acuity. In: of the fourth International conference on the combined effects of environmental factors. Baltimore, Maryland, 1991, p. 87-91.

R. IGLESIAS D. et al, **Disorders of the menstrual cycle in air hostesses**. Aviation. Space Environment. Med. Hillsdale, New Jersey , Lawrence Erlbaum Associates press, 1980, p. 218-220.

RASMUSSEN, J. Risk management in a dynamic society, a modeling problem. **Safety Science**, v-27, n-2/3, 1997, p. 183-213.

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.

REYNARD, W. D. et al. R. **The development of the NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION aviation safety reporting system, Added to NTRS, 2008.09.05 Accession N. , 91N70436, Document ID, ER19910072881, Report N. , A-85127, NAS 1-61, 1114, NASA.RP. 1114**. NASA Center, Ames Research Center Publication Year 1986.

RIBAK J, et al. **The association of age, flying time, and aircraft type with hearing loss of aircrew in the Israeli Air Force**. Aviat Space Environ Med . Israel , 1985, p. , 322-327.

RODRIGUES, E.C.D. **Autobrifim Descrição detalhada de procedimentos para o AeroBoero AB-115**, v. 1,EAPAC. Escola de aperfeiçoamento e preparação de aeronáutica civil 1996.

ROGERS, W. H. Flight deck task management, A cognitive engineering analysis. In 40th annual meeting of the Human Factors and Ergonomics Society. Santa Monica, CA, Human Factors and Ergonomics Society. **Anais**, 1996, p. 139-143.

ROMEIRO F^o, E. As novas tecnologias na formação do Designer. alguns pontos de vista. Rio de Janeiro Anais PeD Design 96. 2^o Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design em Belo Horizonte, AEND. BR, Estudos em Design. Rio de Janeiro **Anais** 1996, p. 63-72.

ROGERS, I. **A brief introduction to distributed cognition**. Disponível em <http://www.cogs.susx.ac.uk/> 1, Acesso em 15 de nov. de 1999, 1997.

ROACH, J. and EASTWOOD A. Jet airliner production list. West Drayton , The Aviation Hobby Shop. (TAHS), London, Cambridge press 1992, p. 258- 314.

RONALD C. et al. **Lifetime and 12.Month Prevalence of DSM.III.R Psychiatric Disorders in the United States. the National Comorbidity Survey**, Arch Gen Psychiatry. North Caroline, NC, . 1994, p. 8-19.

ROOD G, **Noise and communication. Chapter 24 in Aviation Medicine**, 2nd edition. Editors Ernsting J and King P. F. Butterworths . NEW YORK, London, 1988.

ROWE, J. and KAHN, R. L, **Successful Aging and Disease Prevention, Advances in Renal Replacement Therapy**, Loyren Univ.USA, V. 7, n,° 1 Jan., 2000, p. 70-77.

ROY, K.M.; BERINGER, D.B. **General aviation pilot performance following unannounced in.flight loss of vacuum system and associated instruments in simulated instrument meteorological conditions. Technical Report DOT/FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION/AM.02/19**. Washington, D.C., Office of Aviation Medicine, 2002, p. 82-123.

RUBINSTEIN M, HILDESHEIMER M, MUCHNIK C, **Chronic labyrinthine ischaemia. J Laryngol Otol**, Edition DeHart, Roy L. editor. Baltimore, Maryland, U.S. 1988, p.46-49.

RUFINO Et Al. **O homem é uma máquina e pode ter panes** . Safety Embraer - disponível em <http://www.airsafetygroup.com.br/> Acesso em 15/01/2006.

RYAN, L.C.; MOHLER, S.R. **Current role of alcohol as a factor in civil aircraft accidents**. Aviat. Space Environ. Med. Hillsdale, NEW JERSEY , Lawrence Erlbaum Associates in press 1979, p. 25-29.

SANTANNA, I. **Caixa. preta, o relato de três acidentes aéreos brasileiros**. Rio de Janeiro, Objetiva. 2000.

SANTOS, M, et al. A evolução ergonômica nos cockpits de aviões comerciais – Artigo, Congresso ABERGO 2000 **Anais**, Gramado2001.

SANTOS, PATRÍCIA et al – Análise ergonômica do trabalho dos pilotos de linha aérea. Artigo Congresso ABERGO 2000, **Anais** – Gramado. 1999.

SHAPPELL,S.; WIEGMANN,D. – **FY02. Causal Factors of Accidents and Incidents Atributed tp. Human Error –. FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. Human Factors Aviation Research Program.**Florida 2001, p.5-21.

SIGCHI,CM **Association for Computing Machinery**, New York, McGraw.Hill. 1992, p. 16.

SILVA FILHO, J.L.F et al. Sem limites para Voar. Artigo, Congresso ABERGO, 99, Rio **Anais**, 1999.

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.

SCHROEDER DJ, COLLINS WE. **Effects of congener and noncongener alcoholic beverages on a clinical ataxia test battery.** Aviat. Space Environ. Med. Philadelphia, Lea and Febiger . 50 9, 1979, p. 8-16.

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, C,; TRUJILLO, A. C. Flight crew task management in non.normal situations. In: 40th annual meeting of the Human Factors and Ergonomics Society. Santa Monica, CA, Human Factors and Ergonomics Society.**Anais**, 1996, p. 239-243.

SHAPPELL,S,; WIEGMANN,D. – **FY03 human Error and General Accidents. FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. Human Factors Aviation Research Program.** disponível em www.hf.faa.gov/krebs Acesso em 5.02-2006.

SHORROCK, S.T.. Reduced vertical separation outside controlled airspace. Third Annual Conference on Aviation Safety Management, **Anais**, May2000.

SOARES, MARCELO. **Princípios da Ergonomia**. Notas de aula – Curso de Especialização – UFPE2003.

SWAIN: D, p. et al. Relationship. between RFC and RVO2 in treadmill exercise, **Med. Sci. In Sports e Exercise**, 2, Indianapolis, ACSM, 1998, p. 31-37.

SELTZER, V.W. Computadores na educação, porquê, quando e como. In: Anais do 5º Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Sociedade Brasileira de Computação, Porto Alegre, **Anais** 1993, p. 210-223.

SELTZER, V.W. O computador como instrumento de anti arte. Anais do VIII Simposio Brasileiro de Informática na Educação, Sociedade Brasileira de Computação, S.J. dos Campos, **Anais** 1997, p. 5-15.

SIEGELAUB, A. B. **Hearing loss in adults, relation to age, sex, exposure to loud noise, and cigarette smoking**. Arch Environ Health, Indiana, USA, 1996, p. 107-109.

SLOAN, S.J. COOPER, C.L. **Pilots Under Stress**. London, England, Routledge and Kegan Paul, 1986.

STOKES AF, et al. Effects of acute aspartame and acute alcohol ingestion upon the cognitive performance of pilots. Aviation Space Environment Med. 62, Dunedin. New Zealand, 1991, p. 64-67.

STRUGHOLD HUBERTUS Compendium de Medicina Aeroespacial. USAF School of Aviation Medicine. Brooks AFB. Texas, E.U.A. 1977.

STRUGHOLD H. **Compendium de Medicina Aeroespacial**, v. . 1. Hubertus Strughold. USAF Faculdade de Medicina de Aviação, Brooks AFB, Texas, 1977.

SUBBOTNIK G.E **Nevropatologiya i psikhatriya. 7, 155-160. 1937, Fundamentals of Aviation Medicin**. Pavlov Institute of Aviation Medicine. Honrado Scientist. Leningrado. Ch-7 por G.E. Subbotnik. 1939.

SUELY F. **Superação de dificuldades na infância e adolescência, conversando com profissionais de saúde sobre resiliência e promoção da saúde**. Rio de Janeiro, FIOCRUZ/ENSP/CLAVES/CNPq, 2006.

SUMWALT, R. L. Enhancing flight crew monitoring skills can increase flight safety. Paper presented at the 55th International Air Safety Seminar, Flight Safety Foundation, Dublin: Ireland. **Anais**. Jan.15, 2002.

SUOMINEN S. **Perceived health and life control**. Stakes Research Reports, 26, Jyvaskyla, Gummerus, 1993, p. 12-34.

SELYE, H. **Estresse, a tensão da vida..** São Paulo: IBRASA, 1965.

TANG,P.C.; ROSENSTEIN,R. **Influence of alcohol and dramamine, alone and in combination, on psychomotor performance**. Aerospace Medicine, 2.d Edition, Editora Addison.Wesley, Massachusetts.USA 2002, p. 818-822 .

TCAO Recruiting, Sdedion, Training and Military Operations of Female Aircrd. In:AGARD Conference No 491. Tours, France **Anais** Apr. 1990.

THAMAS, S. Ground.Holding Problem , In: 2003 IEEE International Conference on Intelligent Transportation System, **Anais**, Oct., 2003, p. 703-707.

THE INTERNATIONAL BIBLE SOCIETY. **The Holy Bible , Exodus 3, 2, 3, 3, and 4, 10. Deuteronomy 9, 9. Genesis 19, 26.,** New International Version. 1984.

USA, New York, **Gale Encyclopedia of Public Health**, 2002.

VIDAL, M.C. **Introdução à Ergonomia**, apostila, GENTE. Grupo de Ergonomia e Novas Tecnologias CESERG. Curso de Especialização Superior em Ergonomia. 2005.

WAGNER, R. Novas Diretrizes para o Design industrial. **Anais** PeD Design 98-3º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, Puc.Rio. AEND. BR, Estudos em Design. Rio de Janeiro 1998, p.367-372.

WADLER, G. Proofs are Programs, In: 19th Century Logic and 21st Century Computing. Palo Alto, **Anais**, California, 2000.

WAGSTAFF A. S. Double hearing protection and speech intelligibility. room for improvement of 45th, 46th International Congress of Aviation and Space Medicine. Oslo. **Anais**, 1998.

WOODS, D.; SARTER, B. **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.

WIEGMANN D, SHAPPEL S. **Human error and crew resource management failures in Naval aviation mishaps , A review of U.S. Naval Safety Center data,** OHIO, 1999, p. 1147-1151.

WILKINS P. A, MARTIN A M, The effects of hearing protectors on the masked thresholds of acoustic warning signals. 9th International congress of acoustics, Madrid, **Anais**, 1977.

WILKINS P. A, **The effects of noise on people. Noise and Vibration.** Editors White R G and Walker J G. Ellis Horwood Ltd, Chichester, 1982.

WISE LM. **Statistical review of alcohol involved in aviation accidents.** National Transport Safety Board Washington DC, USA. NATIONAL TRANSPORT SAFETY BOARD PB84-917003. 1984.

YESAVAGE, J.A. **Hangover effects on aircraft pilots 14 hours after alcohol ingestion,** a preliminary report. 143 NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION , Cape, Fla, 1986, p. 1546-1550.

ZACCAI, G. O design como uma ferramenta estratégica de desenvolvimento econômico. Fórum ICSID Design para o Mercosul. **Anais.** Fiesc/Senai/LBDI. Florianópolis. 1995, p. 49-65.

ZADEH, L. A. **Fuzzy sets. Information and Control,** Edition DeHart, Roy L. editor. Baltimore, Maryland, U.S, 1965, p.338-353.

ZELLER A.F. Alcohol and other drugs in aircraft accidents. *Aviat.Space Environ. Med.* 46 10 1975, p. 1271-1274.

Apêndice E – Principais reportes produzidos pelo sistema Aviation Database

REP 0- GERAL TOTAIS.TXT

Total registros= 180

* * * *

Totais por focos de analise - Nucleo do algoritmo

* * * * *

Componentes por cada estagio de erro no cockpit (Nigel) 180

Nao houve = 63 ocorrencias - 35.00 %

A0 - Nenhuma acao errada cockpit
A14 - Problema que impede acao do piloto

Erro de Acao = 46 ocorrencias - 25.56 %

A1 - Comandos errados
A4 - Falha de recuperacao em perda
A11 - Erro de procedimento
A12 - Erro de acao

Erro de decisao= 49 ocorrencias - 27.22 %

A2 - Acao/julgamento-toque arremetido
A3 - Falha de checagem/monitoracao
A5 - Mal julgamento cond.metereologicas
A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC
A8 - Erro de diagnostico
A9 - Erro de meta
A10 - Erro de estrategia

Erro de informacao = 21 ocorrencias - 11.67 %

A7 - Erro de informacao

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 1 ocorrencias - 0.56 %

A13 - Outros erros da tripulacao

* * * * *

Componentes por perspectiva de erro no cockpit (segundo Dekker)
num registros selecionados -180 incluindo aeromedicos-220

Nao houve = 63 ocorrencias- 35.00 %

A0 - Nenhuma acao errada cockpit 28
A14 - Problema que impede acao do piloto 35

erro SISTEMICO= 46 ocorrencias- 25.56 %

A1 - Comandos errados 6
A4 - Falha de recuperacao em perda 3
A11 - Erro de procedimento 34
A12 - Erro de acao 3

Erro COGNITIVO= 70 ocorrencias- 38.89 %

A2 - Acao/julgamento-toque arremetido 0
A3 - Falha de checagem/monitoracao 17
A5 - Mal julgamento cond.metereologicas 5
A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC 15
A7 - Erro de informacao 21
A8 - Erro de diagnostico 9
A9 - Erro de meta 0
A10 - Erro de estrategia 3

Influencia AEROMEDICA/PSICOSOCIAL na amostra:

A15- origem aeromedica/psicosocial 40
40 ocorrencias em 220 = 18.18 % -> incluindo componente A15 na amostra
40 ocorrencias em 180 = 22.22 % -> excluindo componente A15 na amostra

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 1 ocorrencias- 0.45 %

A13 - Outros erros da tripulacao 1

Vetores trabalho e agravos de saude na amostra:

vetor saude: 47
47 ocorrencias em 180 = 26.11 %

Vetor trabalho: 36
36 ocorrencias em 180 = 20.00 %

Vetores participacao do piloto na amostra:

Participacao (PODE TER) direta do piloto: 56
56 ocorrencias em 180 = 31.11 %

SEM parcipacao direta do piloto: 74
74 ocorrencias em 180 = 41.11 %

Participacao JUSTIFICADA do piloto: 50
50 ocorrencias em 180 = 27.78 %

Sem avaliacao da participacao do piloto: 53
53 ocorrencias em 180 = 29.44 %

Vetores de correlacao deste processamento:

todos erros ergonomicos B**

* * * *

Ocorrencias: com visibilidade 112 - 62.22 % sem visib.- 68 - 37.78 %

REP 1- GERAL 40-70.TXT

Correlacao de indices - componentes com indicios ergonomicos
ergo:B** sde: trb:

Selecionado periodo : decadas de 1940 a 1979

Total registros= 43

* * * *

Totais por focos de analise - Nucleo do algoritmo

* * * * *

Componentes por cada estagio de erro no cockpit (Nigel) 43

Nao houve = 18 ocorrencias - 41.86 %
A0 - Nenhuma acao errada cockpit
A14 - Problema que impede acao do piloto

Erro de Acao = 8 ocorrencias - 18.60 %
A1 - Comandos errados
A4 - Falha de recuperacao em perda
A11 - Erro de procedimento
A12 - Erro de acao

Erro de decisao= 11 ocorrencias - 25.58 %
A2 - Acao/julgamento-toque arremetido
A3 - Falha de checagem/monitoracao
A5 - Mal julgamento cond.metereologicas

EDGARD TESE apendice E.txt

A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC
 A8 - Erro de diagnostico
 A9 - Erro de meta
 A10 - Erro de estrategia

Erro de informacao = 6 ocorrencias - 13.95 %
 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 - 43 incluindo aeromedicos- 55

Nao houve = 18 ocorrencias- 41.86 %
 A0 - Nenhuma acao errada cockpit 4
 A14 - Problema que impede acao do piloto 14

erro SISTEMICO= 8 ocorrencias- 18.60 %
 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- 39.53 %
 A2 - Acao/julgamento-toque arremetido 0
 A3 - Falha de checagem/monitoracao 4
 A5 - Mal julgamento cond.metereologicas 0
 A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC 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 12
 12 ocorrencias em 55 = 21.82 % -> incluindo componente A15 na amostra
 12 ocorrencias em 43 = 27.91 % -> excluindo componente A15 na amostra

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 0 ocorrencias- 0.00 %
 A13 - Outros erros da tripulacao 0

Vetores trabalho e agravos de saude na amostra:

vetor saude: 14
 14 ocorrencias em 43 = 32.56 %

Vetor trabalho: 9
 9 ocorrencias em 43 = 20.93 %

Vetores participacao do piloto na amostra:

Participacao (PODE TER) direta do piloto: 8
 8 ocorrencias em 43 = 18.60 %

SEM parcipacao direta do piloto: 24
 24 ocorrencias em 43 = 55.81 %

Participacao JUSTIFICADA do piloto: 11
 11 ocorrencias em 43 = 25.58 %

Sem avaliacao da participacao do piloto: 7
 7 ocorrencias em 43 = 16.28 %

Vetores de correlacao deste processamento:

EDGARD TESE apendice E.txt

todos erros ergonomicos B**

* * * *

Ocorrencias: com visibilidade 22 - 51.16 % sem visib.- 21 - 48.84 %

REP 2- GERAL 80-2010.TXT

Correlacao de indices - componentes com indicios ergonomicos
ergo:B** sde: trb:

Selecionado periodo : decadas de 1980 a 2010

Total registros= 137

* * * *

Totais por focos de analise - Nucleo do algoritmo

* * * * *

Componentes por cada estagio de erro no cockpit (Nigel) 137

Nao houve = 45 ocorrencias - 32.85 %
A0 - Nenhuma acao errada cockpit
A14 - Problema que impede acao do piloto

Erro de Acao = 38 ocorrencias - 27.74 %
A1 - Comandos errados
A4 - Falha de recuperacao em perda
A11 - Erro de procedimento
A12 - Erro de acao

Erro de decisao= 38 ocorrencias - 27.74 %
A2 - Acao/julgamento-toque arremetido
A3 - Falha de checagem/monitoracao
A5 - Mal julgamento cond.metereologicas
A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC
A8 - Erro de diagnostico
A9 - Erro de meta
A10 - Erro de estrategia

Erro de informacao = 15 ocorrencias - 10.95 %
A7 - Erro de informacao

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 1 ocorrencias - 0.73 %
A13 - Outros erros da tripulacao

* * * * *

Componentes por perspectiva de erro no cockpit (segundo Dekker)
num registros selecionados -137 incluindo aeromedicos-165

Nao houve = 45 ocorrencias- 32.85 %
A0 - Nenhuma acao errada cockpit 24
A14 - Problema que impede acao do piloto 21

erro SISTEMICO= 38 ocorrencias- 27.74 %
A1 - Comandos errados 6

EDGARD TESE apendice E.txt

A4 - Falha de recuperacao em perda 3
A11 - Erro de procedimento 27
A12 - Erro de acao 2

Erro COGNITIVO= 53 ocorrencias- 38.69 %
A2 - Acao/julgamento-toque arremetido 0
A3 - Falha de checagem/monitoracao 13
A5 - Mal julgamento cond.metereologicas 5
A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC 12
A7 - Erro de informacao 15
A8 - Erro de diagnostico 5
A9 - Erro de meta 0
A10 - Erro de estrategia 3

Influencia AEROMEDICA/PSICOSOCIAL na amostra:

A15- origem aeromedica/psicosocial 28
28 ocorrencias em 165 = 16.97 % -> incluindo componente A15 na amostra
28 ocorrencias em 137 = 20.44 % -> excluindo componente A15 na amostra

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 1 ocorrencias- 0.61 %
A13 - Outros erros da tripulacao 1

Vetores trabalho e agravos de saude na amostra:

vetor saude: 33
33 ocorrencias em 137 = 24.09 %

Vetor trabalho: 27
27 ocorrencias em 137 = 19.71 %

Vetores participacao do piloto na amostra:

Participacao (PODE TER) direta do piloto: 48
48 ocorrencias em 137 = 35.04 %

SEM parcipacao direta do piloto: 50
50 ocorrencias em 137 = 36.50 %

Participacao JUSTIFICADA do piloto: 39
39 ocorrencias em 137 = 28.47 %

Sem avaliacao da participacao do piloto: 46
46 ocorrencias em 137 = 33.58 %

Vetores de correlacao deste processamento:

todos erros ergonomicos B**

* * * *

Ocorrencias: com visibilidade 90 - 65.69 % sem visib.- 47 - 34.31 %

REP 4- GERAL APOS 2000.TXT

Correlacao de indices - componentes com indicios ergonomicos
ergo:B** sde: trb:

selecionado periodo : decadas de 2000 a 2010

Total registros= 74

* * * *

Totais por focos de analise - Nucleo do algoritmo

* * * * *

Componentes por cada estagio de erro no cockpit (Nigel) 74

Nao houve = 26 ocorrencias - 35.14 %
 A0 - Nenhuma acao errada cockpit
 A14 - Problema que impede acao do piloto

Erro de Acao = 19 ocorrencias - 25.68 %
 A1 - Comandos errados
 A4 - Falha de recuperacao em perda
 A11 - Erro de procedimento
 A12 - Erro de acao

Erro de decisao= 24 ocorrencias - 32.43 %
 A2 - Acao/julgamento-toque arremetido
 A3 - Falha de checagem/monitoracao
 A5 - Mal julgamento cond.metereologicas
 A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC
 A8 - Erro de diagnostico
 A9 - Erro de meta
 A10 - Erro de estrategia

Erro de informacao = 4 ocorrencias - 5.41 %
 A7 - Erro de informacao

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 1 ocorrencias - 1.35 %
 A13 - Outros erros da tripulacao

* * * * *

Componentes por perspectiva de erro no cockpit (segundo Dekker)
 num registros selecionados - 74 incluindo aeromedicos- 86

Nao houve = 26 ocorrencias- 35.14 %
 A0 - Nenhuma acao errada cockpit 19
 A14 - Problema que impede acao do piloto 7

erro SISTEMICO= 19 ocorrencias- 25.68 %
 A1 - Comandos errados 5
 A4 - Falha de recuperacao em perda 1
 A11 - Erro de procedimento 11
 A12 - Erro de acao 2

Erro COGNITIVO= 28 ocorrencias- 37.84 %
 A2 - Acao/julgamento-toque arremetido 0
 A3 - Falha de checagem/monitoracao 7
 A5 - Mal julgamento cond.metereologicas 4
 A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC 9
 A7 - Erro de informacao 4
 A8 - Erro de diagnostico 4
 A9 - Erro de meta 0
 A10 - Erro de estrategia 0

Influencia AEROMEDICA/PSICOSOCIAL na amostra:
 A15- origem aeromedica/psicosocial 12
 12 ocorrencias em 86 = 13.95 % -> incluindo componente A15 na amostra
 12 ocorrencias em 74 = 16.22 % -> excluindo componente A15 na amostra

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 1 ocorrencias- 1.16 %
 A13 - Outros erros da tripulacao 1

Vetores trabalho e agravos de saude na amostra:
 vetor saude: 14

EDGARD TESE apendice E.txt
14 ocorrencias em 74 = 18.92 %

Vetor trabalho: 15
15 ocorrencias em 74 = 20.27 %

Vetores participacao do piloto na amostra:
Participacao (PODE TER) direta do piloto: 25
25 ocorrencias em 74 = 33.78 %

SEM parcipacao direta do piloto: 28
28 ocorrencias em 74 = 37.84 %

Participacao JUSTIFICADA do piloto: 21
21 ocorrencias em 74 = 28.38 %

Sem avaliacao da participacao do piloto: 24
24 ocorrencias em 74 = 32.43 %

Vetores de correlacao deste processamento:

todos erros ergonomicos B**

* * * *

Ocorrencias: com visibilidade 52 - 70.27 % sem visib.- 22 - 29.73 %

REP 5- GERAL COM VISIBILIDADE.TXT

Correlacao de indices - componentes com indicios ergonomicos
ergo:B** vis:S sde: trb:

Total registros= 112

* * * *

Totais por focos de analise - Nucleo do algoritmo

* * * * *

Componentes por cada estagio de erro no cockpit (Nigel) 112

Nao houve = 49 ocorrencias - 43.75 %
A0 - Nenhuma acao errada cockpit
A14 - Problema que impede acao do piloto

Erro de Acao = 33 ocorrencias - 29.46 %
A1 - Comandos errados
A4 - Falha de recuperacao em perda
A11 - Erro de procedimento
A12 - Erro de acao

Erro de decisao= 17 ocorrencias - 15.18 %
A2 - Acao/julgamento-toque arremetido
A3 - Falha de checagem/monitoracao
A5 - Mal julgamento cond.metereologicas
A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC
A8 - Erro de diagnostico
A9 - Erro de meta
A10 - Erro de estrategia

Erro de informacao = 13 ocorrencias - 11.61 %
Página 7

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 -112 incluindo aeromedicos-129

Nao houve = 49 ocorrencias- 43.75 %
 A0 - Nenhuma acao errada cockpit 26
 A14 - Problema que impede acao do piloto 23

erro SISTEMICO= 33 ocorrencias- 29.46 %
 A1 - Comandos errados 5
 A4 - Falha de recuperacao em perda 3
 A11 - Erro de procedimento 22
 A12 - Erro de acao 3

Erro COGNITIVO= 30 ocorrencias- 26.79 %
 A2 - Acao/julgamento-toque arremetido 0
 A3 - Falha de checagem/monitoracao 10
 A5 - Mal julgamento cond.metereologicas 2
 A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC 2
 A7 - Erro de informacao 13
 A8 - Erro de diagnostico 2
 A9 - Erro de meta 0
 A10 - Erro de estrategia 1

Influencia AEROMEDICA/PSICOSOCIAL na amostra:

A15- origem aeromedica/psicosocial 17
 17 ocorrencias em 129 = 13.18 % -> incluindo componente A15 na amostra
 17 ocorrencias em 112 = 15.18 % -> excluindo componente A15 na amostra

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 0 ocorrencias- 0.00 %
 A13 - Outros erros da tripulacao 0

Vetores trabalho e agravos de saude na amostra:

vetor saude: 21
 21 ocorrencias em 112 = 18.75 %

Vetor trabalho: 14
 14 ocorrencias em 112 = 12.50 %

Vetores participacao do piloto na amostra:

Participacao (PODE TER) direta do piloto: 34
 34 ocorrencias em 112 = 30.36 %

SEM parcipacao direta do piloto: 56
 56 ocorrencias em 112 = 50.00 %

Participacao JUSTIFICADA do piloto: 22
 22 ocorrencias em 112 = 19.64 %

Sem avaliacao da participacao do piloto: 32
 32 ocorrencias em 112 = 28.57 %

Vetores de correlacao deste processamento:

todos erros ergonomicos B**

visibilidade: S
 visibilidade: S

EDGARD TESE apendice E.txt

* * * *

Ocorrencias: com visibilidade 112 -100.00 % sem visib.- 0 - 0.00 %

REP 6- GERAL COM VISIBILIDADE 80 -2010.TXT

Correlacao de indices - componentes com indicios ergonomicos
ergo:B** vis:S sde: trb:

Selecionado periodo : decadas de 1980 a 2010

Total registros= 90

* * * *

Totais por focos de analise - Nucleo do algoritmo

* * * * *

Componentes por cada estagio de erro no cockpit (Nigel) 90

Nao houve = 39 ocorrencias - 43.33 %
A0 - Nenhuma acao errada cockpit
A14 - Problema que impede acao do piloto

Erro de Acao = 29 ocorrencias - 32.22 %
A1 - Comandos errados
A4 - Falha de recuperacao em perda
A11 - Erro de procedimento
A12 - Erro de acao

Erro de decisao= 15 ocorrencias - 16.67 %
A2 - Acao/julgamento-toque arremetido
A3 - Falha de checagem/monitoracao
A5 - Mal julgamento cond.metereologicas
A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC
A8 - Erro de diagnostico
A9 - Erro de meta
A10 - Erro de estrategia

Erro de informacao = 7 ocorrencias - 7.78 %
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 - 90 incluindo aeromedicos-103

Nao houve = 39 ocorrencias- 43.33 %
A0 - Nenhuma acao errada cockpit 24
A14 - Problema que impede acao do piloto 15

erro SISTEMICO= 29 ocorrencias- 32.22 %
A1 - Comandos errados 5
A4 - Falha de recuperacao em perda 3
A11 - Erro de procedimento 19
A12 - Erro de acao 2

EDGARD TESE apendice E.txt

Erro COGNITIVO= 22 ocorrencias- 24.44 %
A2 - Acao/julgamento-toque arremetido 0
A3 - Falha de checagem/monitoracao 9
A5 - Mal julgamento cond.metereologicas 2
A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC 2
A7 - Erro de informacao 7
A8 - Erro de diagnostico 1
A9 - Erro de meta 0
A10 - Erro de estrategia 1

Influencia AEROMEDICA/PSICOSOCIAL na amostra:

A15- origem aeromedica/psicosocial 13
13 ocorrencias em 103 = 12.62 % -> incluindo componente A15 na amostra
13 ocorrencias em 90 = 14.44 % -> excluindo componente A15 na amostra

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 0 ocorrencias- 0.00 %
A13 - Outros erros da tripulacao 0

Vetores trabalho e agravos de saude na amostra:

vetor saude: 16
16 ocorrencias em 90 = 17.78 %

Vetor trabalho: 12
12 ocorrencias em 90 = 13.33 %

Vetores participacao do piloto na amostra:

Participacao (PODE TER) direta do piloto: 30
30 ocorrencias em 90 = 33.33 %

SEM parcipacao direta do piloto: 40
40 ocorrencias em 90 = 44.44 %

Participacao JUSTIFICADA do piloto: 20
20 ocorrencias em 90 = 22.22 %

Sem avaliacao da participacao do piloto: 29
29 ocorrencias em 90 = 32.22 %

Vetores de correlacao deste processamento:

todos erros ergonomicos B**

visibilidade: S
visibilidade: S

* * * *

Ocorrencias: com visibilidade 90 -100.00 % sem visib.- 0 - 0.00 %

REP 7- GERAL COM VISIBILIDADE 40-79.TXT

Correlacao de indices - componentes com indicios ergonomicos
ergo:B** vis:S sde: trb:

selecionado periodo : decadas de 1940 a 1979

Total registros= 22

* * * *

Totais por focos de analise - Nucleo do algoritmo

* * * * *

Componentes por cada estagio de erro no cockpit (Nigel) 22

Nao houve = 10 ocorrencias - 45.45 %

A0 - Nenhuma acao errada cockpit

A14 - Problema que impede acao do piloto

Erro de Acao = 4 ocorrencias - 18.18 %

A1 - Comandos errados

A4 - Falha de recuperacao em perda

A11 - Erro de procedimento

A12 - Erro de acao

Erro de decisao= 2 ocorrencias - 9.09 %

A2 - Acao/julgamento-toque arremetido

A3 - Falha de checagem/monitoracao

A5 - Mal julgamento cond.metereologicas

A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC

A8 - Erro de diagnostico

A9 - Erro de meta

A10 - Erro de estrategia

Erro de informacao = 6 ocorrencias - 27.27 %

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 - 22 incluindo aeromedicos- 26

Nao houve = 10 ocorrencias- 45.45 %

A0 - Nenhuma acao errada cockpit 2

A14 - Problema que impede acao do piloto 8

erro SISTEMICO= 4 ocorrencias- 18.18 %

A1 - Comandos errados 0

A4 - Falha de recuperacao em perda 0

A11 - Erro de procedimento 3

A12 - Erro de acao 1

Erro COGNITIVO= 8 ocorrencias- 36.36 %

A2 - Acao/julgamento-toque arremetido 0

A3 - Falha de checagem/monitoracao 1

A5 - Mal julgamento cond.metereologicas 0

A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC 0

A7 - Erro de informacao 6

A8 - Erro de diagnostico 1

A9 - Erro de meta 0

A10 - Erro de estrategia 0

Influencia AEROMEDICA/PSICOSOCIAL na amostra:

A15- origem aeromedica/psicosocial 4

4 ocorrencias em 26 = 15.38 % -> incluindo componente A15 na amostra

4 ocorrencias em 22 = 18.18 % -> excluindo componente A15 na amostra

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 0 ocorrencias- 0.00 %

A13 - Outros erros da tripulacao 0

Vetores trabalho e agravos de saude na amostra:

vetor saude: 5

EDGARD TESE apendice E.txt
5 ocorrencias em 22 = 22.73 %

Vetor trabalho: 2
2 ocorrencias em 22 = 9.09 %

Vetores participacao do piloto na amostra:
Participacao (PODE TER) direta do piloto: 4
4 ocorrencias em 22 = 18.18 %

SEM parcipacao direta do piloto: 16
16 ocorrencias em 22 = 72.73 %

Participacao JUSTIFICADA do piloto: 2
2 ocorrencias em 22 = 9.09 %

Sem avaliacao da participacao do piloto: 3
3 ocorrencias em 22 = 13.64 %

Vetores de correlacao deste processamento:

todos erros ergonomicos B**

visibilidade: S

visibilidade: S

* * * *

Ocorrencias: com visibilidade 22 -100.00 % sem visib.- 0 - 0.00
%□

REP 8- GERAL SEM VISIBILIDADE.TXT

Correlacao de indices - componentes com indicios ergonomicos
ergo:B** vis:N sde: trb:

Total registros= 67

* * * *

Totais por focos de analise - Nucleo do algoritmo

* * * * *

Componentes por cada estagio de erro no cockpit (Nigel) 67

Nao houve = 13 ocorrencias - 19.40 %
A0 - Nenhuma acao errada cockpit
A14 - Problema que impede acao do piloto

Erro de Acao = 13 ocorrencias - 19.40 %
A1 - Comandos errados
A4 - Falha de recuperacao em perda
A11 - Erro de procedimento
A12 - Erro de acao

Erro de decisao= 32 ocorrencias - 47.76 %
A2 - Acao/julgamento-toque arremetido
A3 - Falha de checagem/monitoracao

EDGARD TESE apendice E.txt

- A5 - Mal julgamento cond.metereologicas
- A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC
- A8 - Erro de diagnostico
- A9 - Erro de meta
- A10 - Erro de estrategia

Erro de informacao = 8 ocorrencias - 11.94 %
 A7 - Erro de informacao

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 1 ocorrencias - 1.49 %
 A13 - Outros erros da tripulacao

* * * * *

Componentes por perspectiva de erro no cockpit (segundo Dekker)
 num registros selecionados - 67 incluindo aeromedicos- 90

Nao houve = 13 ocorrencias- 19.40 %
 A0 - Nenhuma acao errada cockpit 2
 A14 - Problema que impede acao do piloto 11

erro SISTEMICO= 13 ocorrencias- 19.40 %
 A1 - Comandos errados 1
 A4 - Falha de recuperacao em perda 0
 A11 - Erro de procedimento 12
 A12 - Erro de acao 0

Erro COGNITIVO= 40 ocorrencias- 59.70 %
 A2 - Acao/julgamento-toque arremetido 0
 A3 - Falha de checagem/monitoracao 7
 A5 - Mal julgamento cond.metereologicas 3
 A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC 13
 A7 - Erro de informacao 8
 A8 - Erro de diagnostico 7
 A9 - Erro de meta 0
 A10 - Erro de estrategia 2

Influencia AEROMEDICA/PSICOSOCIAL na amostra:

A15- origem aeromedica/psicosocial 23
 23 ocorrencias em 90 = 25.56 % -> incluindo componente A15 na amostra
 23 ocorrencias em 67 = 34.33 % -> excluindo componente A15 na amostra

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 1 ocorrencias- 1.11 %
 A13 - Outros erros da tripulacao 1

Vetores trabalho e agravos de saude na amostra:

vetor saude: 26
 26 ocorrencias em 67 = 38.81 %

Vetor trabalho: 22
 22 ocorrencias em 67 = 32.84 %

Vetores participacao do piloto na amostra:

Participacao (PODE TER) direta do piloto: 22
 22 ocorrencias em 67 = 32.84 %

SEM parcipacao direta do piloto: 18
 18 ocorrencias em 67 = 26.87 %

Participacao JUSTIFICADA do piloto: 27
 27 ocorrencias em 67 = 40.30 %

Sem avaliacao da participacao do piloto: 21
 21 ocorrencias em 67 = 31.34 %

Vetores de correlacao deste processamento:

todos erros ergonomicos B**
visibilidade: N
visibilidade: N

* * * *

Ocorrencias: com visibilidade 0 - 0.00 % sem visib.- 67 -100.00
%□

REP 9- GERAL SEM VISIBILIDADE 40-79.TXT

Correlacao de indices - componentes com indicios ergonomicos
ergo:B** vis:N sde: trb:

Selecionado periodo : decadas de 1940 a 1979

Total registros= 21

* * * *

Totais por focos de analise - Nucleo do algoritmo

* * * * *

Componentes por cada estagio de erro no cockpit (Nigel) 21

Nao houve = 8 ocorrencias - 38.10 %
A0 - Nenhuma acao errada cockpit
A14 - Problema que impede acao do piloto

Erro de Acao = 4 ocorrencias - 19.05 %
A1 - Comandos errados
A4 - Falha de recuperacao em perda
A11 - Erro de procedimento
A12 - Erro de acao

Erro de decisao= 9 ocorrencias - 42.86 %
A2 - Acao/julgamento-toque arremetido
A3 - Falha de checagem/monitoracao
A5 - Mal julgamento cond.metereologicas
A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC
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 - 21 incluindo aeromedicos- 29

EDGARD TESE apendice E.txt

Nao houve = 8 ocorrencias- 38.10 %
A0 - Nenhuma acao errada cockpit 2
A14 - Problema que impede acao do piloto 6

erro SISTEMICO= 4 ocorrencias- 19.05 %
A1 - Comandos errados 0
A4 - Falha de recuperacao em perda 0
A11 - Erro de procedimento 4
A12 - Erro de acao 0

Erro COGNITIVO= 9 ocorrencias- 42.86 %
A2 - Acao/julgamento-toque arremetido 0
A3 - Falha de checagem/monitoracao 3
A5 - Mal julgamento cond.metereologicas 0
A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC 3
A7 - Erro de informacao 0
A8 - Erro de diagnostico 3
A9 - Erro de meta 0
A10 - Erro de estrategia 0

Influencia AEROMEDICA/PSICOSOCIAL na amostra:

A15- origem aeromedica/psicosocial 8
8 ocorrencias em 29 = 27.59 % -> incluindo componente A15 na amostra
8 ocorrencias em 21 = 38.10 % -> excluindo componente A15 na amostra

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 0 ocorrencias- 0.00 %
A13 - Outros erros da tripulacao 0

Vetores trabalho e agravos de saude na amostra:

vetor saude: 9
9 ocorrencias em 21 = 42.86 %

Vetor trabalho: 7
7 ocorrencias em 21 = 33.33 %

Vetores participacao do piloto na amostra:

Participacao (PODE TER) direta do piloto: 4
4 ocorrencias em 21 = 19.05 %

SEM parcipacao direta do piloto: 8
8 ocorrencias em 21 = 38.10 %

Participacao JUSTIFICADA do piloto: 9
9 ocorrencias em 21 = 42.86 %

Sem avaliacao da participacao do piloto: 4
4 ocorrencias em 21 = 19.05 %

Vetores de correlacao deste processamento:

todos erros ergonomicos B**

visibilidade: N
visibilidade: N

* * * *

Ocorrencias: com visibilidade 0 - 0.00 % sem visib.- 21 -100.00 %

REP 10- GERAL SEM VISIBILIDADE 80-2010.TXT

Correlacao de indices - componentes com indicios ergonomicos
ergo:B** vis:N sde: trb:

Selecionado periodo : decadas de 1980 a 2010

Total registros= 47

* * * *

Totais por focos de analise - Nucleo do algoritmo

* * * * *

Componentes por cada estagio de erro no cockpit (Nigel) 47

Nao houve = 6 ocorrencias - 12.77 %
A0 - Nenhuma acao errada cockpit
A14 - Problema que impede acao do piloto

Erro de Acao = 9 ocorrencias - 19.15 %
A1 - Comandos errados
A4 - Falha de recuperacao em perda
A11 - Erro de procedimento
A12 - Erro de acao

Erro de decisao= 23 ocorrencias - 48.94 %
A2 - Acao/julgamento-toque arremetido
A3 - Falha de checagem/monitoracao
A5 - Mal julgamento cond.metereologicas
A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC
A8 - Erro de diagnostico
A9 - Erro de meta
A10 - Erro de estrategia

Erro de informacao = 8 ocorrencias - 17.02 %
A7 - Erro de informacao

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 1 ocorrencias - 2.13 %
A13 - Outros erros da tripulacao

* * * * *

Componentes por perspectiva de erro no cockpit (segundo Dekker)
num registros selecionados - 47 incluindo aeromedicos- 62

Nao houve = 6 ocorrencias- 12.77 %
A0 - Nenhuma acao errada cockpit 0
A14 - Problema que impede acao do piloto 6

erro SISTEMICO= 9 ocorrencias- 19.15 %
A1 - Comandos errados 1
A4 - Falha de recuperacao em perda 0
A11 - Erro de procedimento 8
A12 - Erro de acao 0

Erro COGNITIVO= 31 ocorrencias- 65.96 %
A2 - Acao/julgamento-toque arremetido 0
A3 - Falha de checagem/monitoracao 4
A5 - Mal julgamento cond.metereologicas 3
A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC 10
A7 - Erro de informacao 8
A8 - Erro de diagnostico 4
A9 - Erro de meta 0

A10 - Erro de estrategia 2

Influencia AEROMEDICA/PSICOSOCIAL na amostra:

A15- origem aeromedica/psicosocial 15
15 ocorrencias em 62 = 24.19 % -> incluindo componente A15 na amostra
15 ocorrencias em 47 = 31.91 % -> excluindo componente A15 na amostra

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 1 ocorrencias- 1.61 %
A13 - Outros erros da tripulacao 1

Vetores trabalho e agravos de saude na amostra:

vetor saude: 17
17 ocorrencias em 47 = 36.17 %

Vetor trabalho: 15
15 ocorrencias em 47 = 31.91 %

Vetores participacao do piloto na amostra:

Participacao (PODE TER) direta do piloto: 18
18 ocorrencias em 47 = 38.30 %

SEM parcipacao direta do piloto: 10
10 ocorrencias em 47 = 21.28 %

Participacao JUSTIFICADA do piloto: 19
19 ocorrencias em 47 = 40.43 %

Sem avaliacao da participacao do piloto: 17
17 ocorrencias em 47 = 36.17 %

Vetores de correlacao deste processamento:

todos erros ergonomicos B**

visibilidade: N
visibilidade: N

* * * *
Ocorrencias: com visibilidade 0 - 0.00 % sem visib.- 47 -100.00 %

REP 11

Correlacao de indices - componentes com indicios ergonomicos
ergo:B** contr:S sde: trb:

Total registros= 3

* * * * *

Totais por focos de analise - Nucleo do algoritmo

* * * * *

Componentes por cada estagio de erro no cockpit (Nigel) 3

Nao houve = 0 ocorrencias - 0.00 %

EDGARD TESE apendice E.txt

A0 - Nenhuma acao errada cockpit
 A14 - Problema que impede acao do piloto

Erro de Acao = 1 ocorrencias - 33.33 %

A1 - Comandos errados
 A4 - Falha de recuperacao em perda
 A11 - Erro de procedimento
 A12 - Erro de acao

Erro de decisao= 2 ocorrencias - 66.67 %

A2 - Acao/julgamento-toque arremetido
 A3 - Falha de checagem/monitoracao
 A5 - Mal julgamento cond.metereologicas
 A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC
 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 - 3 incluindo aeromedicos- 3

Nao houve = 0 ocorrencias- 0.00 %

A0 - Nenhuma acao errada cockpit 0
 A14 - Problema que impede acao do piloto 0

erro SISTEMICO= 1 ocorrencias- 33.33 %

A1 - Comandos errados 0
 A4 - Falha de recuperacao em perda 0
 A11 - Erro de procedimento 1
 A12 - Erro de acao 0

Erro COGNITIVO= 2 ocorrencias- 66.67 %

A2 - Acao/julgamento-toque arremetido 0
 A3 - Falha de checagem/monitoracao 1
 A5 - Mal julgamento cond.metereologicas 0
 A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC 1
 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 0
 0 ocorrencias em 3 = 0.00 % -> incluindo componente A15 na amostra
 0 ocorrencias em 3 = 0.00 % -> excluindo componente A15 na amostra

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 0 ocorrencias- 0.00 %

A13 - Outros erros da tripulacao 0

Vetores trabalho e agravos de saude na amostra:

vetor saude: 0
 0 ocorrencias em 3 = 0.00 %

Vetor trabalho: 0
 0 ocorrencias em 3 = 0.00 %

Vetores participacao do piloto na amostra:

Participacao (PODE TER) direta do piloto: 3
 3 ocorrencias em 3 =100.00 %

EDGARD TESE apendice E.txt

SEM participacao direta do piloto: 0
0 ocorrencias em 3 = 0.00 %

Participacao JUSTIFICADA do piloto: 0
0 ocorrencias em 3 = 0.00 %

Sem avaliacao da participacao do piloto: 0
0 ocorrencias em 3 = 0.00 %

Vetores de correlacao deste processamento:

todos erros ergonomicos B**
contribuicao EFETIVA do piloto S
contribuicao EFETIVA do piloto S

* * * *

Ocorrencias: com visibilidade 2 - 66.67 % sem visib.- 1 - 33.33 %

REP 12- PARTICIP PILOTO S + JUSTIFICADO - TODO PERIODO

Correlacao de indices - componentes com indicios ergonomicos
ergo:B** contr:C sde: trb:

Total registros= 53

* * * *

Totais por focos de analise - Nucleo do algoritmo

* * * * *

Componentes por cada estagio de erro no cockpit (Nigel) 53

Nao houve = 14 ocorrencias - 26.42 %
A0 - Nenhuma acao errada cockpit
A14 - Problema que impede acao do piloto

Erro de Acao = 14 ocorrencias - 26.42 %
A1 - Comandos errados
A4 - Falha de recuperacao em perda
A11 - Erro de procedimento
A12 - Erro de acao

Erro de decisao= 22 ocorrencias - 41.51 %
A2 - Acao/julgamento-toque arremetido
A3 - Falha de checagem/monitoracao
A5 - Mal julgamento cond.metereologicas
A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC
A8 - Erro de diagnostico
A9 - Erro de meta
A10 - Erro de estrategia

Erro de informacao = 2 ocorrencias - 3.77 %
A7 - Erro de informacao

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 1 ocorrencias - 1.89 %

EDGARD TESE apendice E.txt
A13 - Outros erros da tripulacao

* * * * *

Componentes por perspectiva de erro no cockpit (segundo Dekker)
num registros selecionados - 53 incluindo aeromedicos- 77

Nao houve = 14 ocorrencias- 26.42 %
A0 - Nenhuma acao errada cockpit 2
A14 - Problema que impede acao do piloto 12

erro SISTEMICO= 14 ocorrencias- 26.42 %
A1 - Comandos errados 3
A4 - Falha de recuperacao em perda 0
A11 - Erro de procedimento 10
A12 - Erro de acao 1

Erro COGNITIVO= 24 ocorrencias- 45.28 %
A2 - Acao/julgamento-toque arremetido 0
A3 - Falha de checagem/monitoracao 8
A5 - Mal julgamento cond.metereologicas 2
A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC 7
A7 - Erro de informacao 2
A8 - Erro de diagnostico 4
A9 - Erro de meta 0
A10 - Erro de estrategia 1

Influencia AEROMEDICA/PSICOSOCIAL na amostra:

A15- origem aeromedica/psicosocial 24
24 ocorrencias em 77 = 31.17 % -> incluindo componente A15 na amostra
24 ocorrencias em 53 = 45.28 % -> excluindo componente A15 na amostra

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 1 ocorrencias- 1.30 %
A13 - Outros erros da tripulacao 1

Vetores trabalho e agravos de saude na amostra:

vetor saude: 26
26 ocorrencias em 53 = 49.06 %

Vetor trabalho: 27
27 ocorrencias em 53 = 50.94 %

Vetores participacao do piloto na amostra:

Participacao (PODE TER) direta do piloto: 3
3 ocorrencias em 53 = 5.66 %

SEM parcipacao direta do piloto: 0
0 ocorrencias em 53 = 0.00 %

Participacao JUSTIFICADA do piloto: 50
50 ocorrencias em 53 = 94.34 %

Sem avaliacao da participacao do piloto: 0
0 ocorrencias em 53 = 0.00 %

Vetores de correlacao deste processamento:

todos erros ergonomicos B**
todas contribuicoes C
todas contribuicoes C

* * * * *

Ocorrencias: com visibilidade 24 - 45.28 % sem visib.- 29 - 54.72 %

EDGARD TESE apendice E.txt

Rep- 13- Nenhuma particip e just todo periodo.TXT

Correlacao de indices - componentes com indicios ergonomicos
ergo:B** contr:A sde: trb:

Total registros= 124

* * * *

Totais por focos de analise - Nucleo do algoritmo

* * * * *

Componentes por cada estagio de erro no cockpit (Nigel) 124

Nao houve = 61 ocorrencias - 49.19 %
A0 - Nenhuma acao errada cockpit
A14 - Problema que impede acao do piloto

Erro de Acao = 20 ocorrencias - 16.13 %
A1 - Comandos errados
A4 - Falha de recuperacao em perda
A11 - Erro de procedimento
A12 - Erro de acao

Erro de decisao= 24 ocorrencias - 19.35 %
A2 - Acao/julgamento-toque arremetido
A3 - Falha de checagem/monitoracao
A5 - Mal julgamento cond.metereologicas
A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC
A8 - Erro de diagnostico
A9 - Erro de meta
A10 - Erro de estrategia

Erro de informacao = 18 ocorrencias - 14.52 %
A7 - Erro de informacao

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 1 ocorrencias - 0.81 %
A13 - Outros erros da tripulacao

* * * * *

Componentes por perspectiva de erro no cockpit (segundo Dekker)
num registros selecionados -124 incluindo aeromedicos-154

Nao houve = 61 ocorrencias- 49.19 %
A0 - Nenhuma acao errada cockpit 28
A14 - Problema que impede acao do piloto 33

erro SISTEMICO= 20 ocorrencias- 16.13 %
A1 - Comandos errados 3
A4 - Falha de recuperacao em perda 0
A11 - Erro de procedimento 14
A12 - Erro de acao 3

Erro COGNITIVO= 42 ocorrencias- 33.87 %
A2 - Acao/julgamento-toque arremetido 0
A3 - Falha de checagem/monitoracao 9
A5 - Mal julgamento cond.metereologicas 2
A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC 7
A7 - Erro de informacao 18

EDGARD TESE apendice E.txt
 A8 - Erro de diagnostico 5
 A9 - Erro de meta 0
 A10 - Erro de estrategia 1

Influencia AEROMEDICA/PSICOSOCIAL na amostra:

A15- origem aeromedica/psicosocial 30
 30 ocorrencias em 154 = 19.48 % -> incluindo componente A15 na amostra
 30 ocorrencias em 124 = 24.19 % -> excluindo componente A15 na amostra

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 1 ocorrencias- 0.65 %
 A13 - Outros erros da tripulacao 1

Vetores trabalho e agravos de saude na amostra:

vetor saude: 34
 34 ocorrencias em 124 = 27.42 %

Vetor trabalho: 36
 36 ocorrencias em 124 = 29.03 %

Vetores participacao do piloto na amostra:

Participacao (PODE TER) direta do piloto: 0
 0 ocorrencias em 124 = 0.00 %

SEM participacao direta do piloto: 74
 74 ocorrencias em 124 = 59.68 %

Participacao JUSTIFICADA do piloto: 50
 50 ocorrencias em 124 = 40.32 %

Sem avaliacao da participacao do piloto: 0
 0 ocorrencias em 124 = 0.00 %

Vetores de correlacao deste processamento:

todos erros ergonomicos B**
 nao contrib causal do pilotoA
 nao contrib causal do pilotoA

* * * *

Ocorrencias: com visibilidade 78 - 62.90 % sem visib.- 46 - 37.10 %

REP 15- NENHUMA PARTICIP PILOTO C VETOR TRABALHO ANALITICO APOS AUTO.TXT

Correlacao de indices - componentes com indicios ergonomicos
 ergo:B** contr:N sde:S trb:

selecionado periodo : decadas de 1980 a 2010

**Separacao da cauda por excessivo comando

Descricao: Empresa encoraja aplicacao forte comandos-co-piloto em coman
 do aplica errado -o leme vertical separou seguido da queda
 Codigo- 13 Fase-Subida Ocorrencia cockpit-A12-Erro de acao

Vetor trabalho: (sim) saude (nao)
 Fabric.-AIRBUS Tipo-grande Piloto experiente(S/N)-S idade-42

EDGARD TESE apendice E.txt

Indícios de cadeia de erros (FAA):

I4 -Violando os Mínimos

Causalidade (CENIPA):

C18-Problemas corporativos-normas não apropriadas

Vetor trabalho: (sim) saúde (não)

Indícios ergonômicos:

B10-Probl.capacitação(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)

B1 -Probl.estrutural(escolha/teste errado de materiais)

B12-Erro mecânico/manutenção falha dispositivos/instrument

---> SEM contribuição direta do piloto (N)

****ângulo descida errado motor falhando até choque- fadiga-nave**

Descrição: Má visibilidade. motor falhando-ângulo descida errado-fadiga- choque nas árvores e queda- erro navegação

Código- 36 Fase-Aproximação Ocorrência cockpit-A11-Erro de procedimento

Vetor trabalho: (sim) saúde: (sim)

A15- ocorrência de origem aeromédica / psicossocial

Fabric.-SWARINGE Tipo-grande Piloto experiente(S/N)- idade-

Indícios de cadeia de erros (FAA):

I10-Abandono de procedimentos padronizados de operação

Causalidade (CENIPA):

C4 -Fatores externos, graves prob.metereológicos, raio

Vetor trabalho: (sim) saúde: (sim)

Indícios ergonômicos:

B5 -Estresse

B12-Erro mecânico/manutenção falha dispositivos/instrument

---> SEM contribuição direta do piloto (N)

****FOGO NO MOTOR- MANUTENÇÃO MAL FEITA - INCAPACITAÇÃO**

Descrição: FOGO NO MOTOR- MANUTENÇÃO MAL FEITA - INCAPACITAÇÃO PESSOAL MANUTENÇÃO

Código-145 Fase-Subida Ocorrência cockpit-A0 -Nenhuma ação errada cockpit

Vetor trabalho: (sim) saúde (não)

Fabric.-DOUGLAS Tipo-grande Piloto experiente(S/N)-S idade-

Indícios de cadeia de erros (FAA):

I11-Soluções não previstas operacionalmente

Causalidade (CENIPA):

C8 -Manutenção-falha de diretivas, instalação errada componentes

Vetor trabalho: (sim) saúde (não)

Indícios ergonômicos:

B1 -Probl.estrutural(escolha/teste errado de materiais)

B10-Probl.capacitação(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)

B12-Erro mecânico/manutenção falha dispositivos/instrument

---> SEM contribuição direta do piloto (N)

****FORMAÇÃO DE GÔLO- PERDA E COLISÃO SOLO**

Descrição: FORMAÇÃO DE GÔLO- PERDA E COLISÃO SOLO- FALHA CERTIFICAÇÃO PARA VOAR COM FORMAÇÃO DE GÔLO

Código-149 Fase-Cruzeiro Ocorrência cockpit-A14-Problema que impede ação do

Vetor trabalho: (sim) saúde: ()

Fabric.-EMBRAER Tipo-medio Piloto experiente(S/N)- idade-

Indícios de cadeia de erros (FAA):

I11-Soluções não previstas operacionalmente

Causalidade (CENIPA):

C11-Condições meteorológicas desfavoráveis/m visibilidade/noite

Vetor trabalho: (sim) saúde: ()

Indícios ergonômicos:

B1 -Probl.estrutural(escolha/teste errado de materiais)

B2 -Erro de projeto

B3 -Escolha errada de aeronave

---> SEM contribuição direta do piloto (N)

****REVERSO PINADO-FALTA HARMONIA ENTRE PILOTO E COMPUTADORES**

Descrição: REVERSO PINADO-FALTA HARMONIA ENTRE PILOTO E COMPUTADORES

EDGARD TESE apendice E.txt

ACIDENTE EM CONGONHAS-SP

Codigo-154 Fase-Pouso Ocorrencia cockpit-A14-Problema que impede acao do
Vetor trabalho: (sim) saude: ()
Fabric.-AIRBUS Tipo-grande Piloto experiente(S/N)-S idade-
Indicios de cadeia de erros (FAA):
I11-Solucoes nao previstas operacionalmente
Causalidade (CENIPA):
C18-Problemas corporativos-normas nao apropriadas
Vetor trabalho: (sim) saude: ()
Indicios ergonomicos:
B1 -Probl.estrutural(escolha/teste errado de materiais)
B2 -Erro de projeto
B21-Outros problemas ergonomicos / cognitivos
---> SEM contribuicao direta do piloto (N)

**FOGO NO MOTOR POR MANUTENÇÃO DEFICIENTE-EMPRESA E FAA ERRAM

Descricao: FOGO NO MOTOR POR MANUTENÇÃO DEFICIENTE-EMPRESA E FAA ERRAM
Codigo-176 Fase-Descida Ocorrencia cockpit-A0 -Nenhuma acao errada cockpit
Vetor trabalho: (sim) saude: ()
Fabric.-LOCKHEED Tipo-grande Piloto experiente(S/N)-S idade-
Indicios de cadeia de erros (FAA):
I11-Solucoes nao previstas operacionalmente
Causalidade (CENIPA):
C8 -Manutencao-falha de diretivas,instalac.errada componentes
Vetor trabalho: (sim) saude: ()
Indicios ergonomicos:
B12-Erro mecanico/manutencao falha dispositivos/instrument
B20-Erro coletivo (cockpit e/ou corporativo)
---> SEM contribuicao direta do piloto (N)

**fogo e queda- empresa negligente- manutençã

Descricao: fogo e queda- empresa negligente- manutençã
Codigo-178 Fase-Cruzeiro Ocorrencia cockpit-A0 -Nenhuma acao errada cockpit
Vetor trabalho: (sim) saude: ()
Fabric.-CESNA 31 Tipo-pequeno Piloto experiente(S/N)- idade-
Indicios de cadeia de erros (FAA):
I11-Solucoes nao previstas operacionalmente
Causalidade (CENIPA):
C8 -Manutencao-falha de diretivas,instalac.errada componentes
Vetor trabalho: (sim) saude: ()
Indicios ergonomicos:
B12-Erro mecanico/manutencao falha dispositivos/instrument
---> SEM contribuicao direta do piloto (N)

Total registros= 7

* * * *

Totais por focos de analise - Nucleo do algoritmo

* * * * *

Componentes por cada estagio de erro no cockpit (Nigel) 7

Nao houve = 5 ocorrencias - 71.43 %
A0 - Nenhuma acao errada cockpit
A14 - Problema que impede acao do piloto

Erro de Acao = 2 ocorrencias - 28.57 %
A1 - Comandos errados
A4 - Falha de recuperacao em perda
A11 - Erro de procedimento
A12 - Erro de acao

Erro de decisao= 0 ocorrencias - 0.00 %

EDGARD TESE apendice E.txt

- A2 - Acao/julgamento-toque arremetido
- A3 - Falha de checagem/monitoracao
- A5 - Mal julgamento cond.metereologicas
- A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC
- 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) 8
 num registros selecionados - 7 incluindo aeromedicos-

Nao houve = 5 ocorrencias- 71.43 %
 A0 - Nenhuma acao errada cockpit 3
 A14 - Problema que impede acao do piloto 2

erro SISTEMICO= 2 ocorrencias- 28.57 %
 A1 - Comandos errados 0
 A4 - Falha de recuperacao em perda 0
 A11 - Erro de procedimento 1
 A12 - Erro de acao 1

Erro COGNITIVO= 0 ocorrencias- 0.00 %
 A2 - Acao/julgamento-toque arremetido 0
 A3 - Falha de checagem/monitoracao 0
 A5 - Mal julgamento cond.metereologicas 0
 A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC 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 1
 1 ocorrencias em 8 = 12.50 % -> incluindo componente A15 na amostra
 1 ocorrencias em 7 = 14.29 % -> excluindo componente A15 na amostra

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 0 ocorrencias- 0.00 %
 A13 - Outros erros da tripulacao 0

Vetores trabalho e agravos de saude na amostra:

vetor saude: 1
 1 ocorrencias em 7 = 14.29 %

Vetor trabalho: 7
 7 ocorrencias em 7 =100.00 %

Vetores participacao do piloto na amostra:

Participacao (PODE TER) direta do piloto: 0
 0 ocorrencias em 7 = 0.00 %

SEM parcipacao direta do piloto: 7
 7 ocorrencias em 7 =100.00 %

Participacao JUSTIFICADA do piloto: 0
 0 ocorrencias em 7 = 0.00 %

Sem avaliacao da participacao do piloto: 0
 0 ocorrencias em 7 = 0.00 %

Vetores de correlacao deste processamento:

todos erros ergonomicos B**
nenhuma contrib do piloto N
CORR. COM VETOR TRABALHO

* * * *

Ocorrencias: com visibilidade 5 - 71.43 % sem visib.- 2 - 28.57
%□

REP 16-NENHUMA PARTICIP PILOTO C VETOR TRABALHO TODOS.TXT

Correlacao de indices - componentes com indicios ergonomicos
ergo:B** contr:N sde:S trb:

Total registros= 9

* * * *

Totais por focos de analise - Nucleo do algoritmo

* * * * *

Componentes por cada estagio de erro no cockpit (Nigel) 9

Nao houve = 7 ocorrencias - 77.78 %
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= 0 ocorrencias - 0.00 %
A2 - Acao/julgamento-toque arremetido
A3 - Falha de checagem/monitoracao
A5 - Mal julgamento cond.metereologicas
A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC
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- 12

EDGARD TESE apendice E.txt

Nao houve = 7 ocorrencias- 77.78 %
A0 - Nenhuma acao errada cockpit 3
A14 - Problema que impede acao do piloto 4

erro SISTEMICO= 2 ocorrencias- 22.22 %
A1 - Comandos errados 0
A4 - Falha de recuperacao em perda 0
A11 - Erro de procedimento 1
A12 - Erro de acao 1

Erro COGNITIVO= 0 ocorrencias- 0.00 %
A2 - Acao/julgamento-toque arremetido 0
A3 - Falha de checagem/monitoracao 0
A5 - Mal julgamento cond.metereologicas 0
A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC 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 3
3 ocorrencias em 12 = 25.00 % -> incluindo componente A15 na amostra
3 ocorrencias em 9 = 33.33 % -> excluindo componente A15 na amostra

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 0 ocorrencias- 0.00 %
A13 - Outros erros da tripulacao 0

Vetores trabalho e agravos de saude na amostra:
vetor saude: 3
3 ocorrencias em 9 = 33.33 %

Vetor trabalho: 9
9 ocorrencias em 9 =100.00 %

Vetores participacao do piloto na amostra:
Participacao (PODE TER) direta do piloto: 0
0 ocorrencias em 9 = 0.00 %

SEM parcipacao direta do piloto: 9
9 ocorrencias em 9 =100.00 %

Participacao JUSTIFICADA do piloto: 0
0 ocorrencias em 9 = 0.00 %

Sem avaliacao da participacao do piloto: 0
0 ocorrencias em 9 = 0.00 %

Vetores de correlacao deste processamento:

todos erros ergonomicos B**
nenhuma contrib do piloto N
CORR. COM VETOR TRABALHO

* * * *

Ocorrencias: com visibilidade 6 - 66.67 % sem visib.- 3 - 33.33 %

Correlacao de indices - componentes com indicios ergonomicos
 ergo:B** contr:N sde:S trb:

selecionado periodo : decadas de 1980 a 2010

Total registros= 7

* * * *

Totais por focos de analise - Nucleo do algoritmo

* * * * *

Componentes por cada estagio de erro no cockpit (Nigel) 7

Nao houve = 5 ocorrencias - 71.43 %
 A0 - Nenhuma acao errada cockpit
 A14 - Problema que impede acao do piloto

Erro de Acao = 2 ocorrencias - 28.57 %
 A1 - Comandos errados
 A4 - Falha de recuperacao em perda
 A11 - Erro de procedimento
 A12 - Erro de acao

Erro de decisao= 0 ocorrencias - 0.00 %
 A2 - Acao/julgamento-toque arremetido
 A3 - Falha de checagem/monitoracao
 A5 - Mal julgamento cond.metereologicas
 A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC
 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 - 7 incluindo aeromedicos- 8

Nao houve = 5 ocorrencias- 71.43 %
 A0 - Nenhuma acao errada cockpit 3
 A14 - Problema que impede acao do piloto 2

erro SISTEMICO= 2 ocorrencias- 28.57 %
 A1 - Comandos errados 0
 A4 - Falha de recuperacao em perda 0
 A11 - Erro de procedimento 1
 A12 - Erro de acao 1

Erro COGNITIVO= 0 ocorrencias- 0.00 %
 A2 - Acao/julgamento-toque arremetido 0
 A3 - Falha de checagem/monitoracao 0
 A5 - Mal julgamento cond.metereologicas 0
 A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC 0
 A7 - Erro de informacao 0
 A8 - Erro de diagnostico 0
 A9 - Erro de meta 0
 A10 - Erro de estrategia 0

EDGARD TESE apendice E.txt

Influencia AEROMEDICA/PSICOSOCIAL na amostra:

A15- origem aeromedica/psicosocial 1
1 ocorrencias em 8 = 12.50 % -> incluindo componente A15 na amostra
1 ocorrencias em 7 = 14.29 % -> excluindo componente A15 na amostra

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 0 ocorrencias- 0.00 %
A13 - Outros erros da tripulacao 0

Vetores trabalho e agravos de saude na amostra:

vetor saude: 1
1 ocorrencias em 7 = 14.29 %

Vetor trabalho: 7
7 ocorrencias em 7 =100.00 %

Vetores participacao do piloto na amostra:

Participacao (PODE TER) direta do piloto: 0
0 ocorrencias em 7 = 0.00 %

SEM parcipacao direta do piloto: 7
7 ocorrencias em 7 =100.00 %

Participacao JUSTIFICADA do piloto: 0
0 ocorrencias em 7 = 0.00 %

Sem avaliacao da participacao do piloto: 0
0 ocorrencias em 7 = 0.00 %

Vetores de correlacao deste processamento:

todos erros ergonomicos B**
nenhuma contrib do piloto N
CORR. COM VETOR TRABALHO

* * * *

Ocorrencias: com visibilidade 5 - 71.43 % sem visib.- 2 - 28.57 %

REP 18-NENHUMA PARTICIP PILOTO C VETOR TRABALHO 40-79.TXT

Correlacao de indices - componentes com indicios ergonomicos
ergo:B** contr:N sde:S trb:

selecionado periodo : decadas de 1940 a 1979

Total registros= 2

* * * *

Totais por focos de analise - Nucleo do algoritmo

* * * * *

Componentes por cada estagio de erro no cockpit (Nigel) 2

Nao houve = 2 ocorrencias -100.00 %
A0 - Nenhuma acao errada cockpit
A14 - Problema que impede acao do piloto

EDGARD TESE apendice E.txt

Erro de Acao = 0 ocorrencias - 0.00 %
 A1 - Comandos errados
 A4 - Falha de recuperacao em perda
 A11 - Erro de procedimento
 A12 - Erro de acao

Erro de decisao= 0 ocorrencias - 0.00 %
 A2 - Acao/julgamento-toque arremetido
 A3 - Falha de checagem/monitoracao
 A5 - Mal julgamento cond.metereologicas
 A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC
 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 - 2 incluindo aeromedicos- 4

Nao houve = 2 ocorrencias- 100.00 %
 A0 - Nenhuma acao errada cockpit 0
 A14 - Problema que impede acao do piloto 2

erro SISTEMICO= 0 ocorrencias- 0.00 %
 A1 - Comandos errados 0
 A4 - Falha de recuperacao em perda 0
 A11 - Erro de procedimento 0
 A12 - Erro de acao 0

Erro COGNITIVO= 0 ocorrencias- 0.00 %
 A2 - Acao/julgamento-toque arremetido 0
 A3 - Falha de checagem/monitoracao 0
 A5 - Mal julgamento cond.metereologicas 0
 A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC 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 2
 2 ocorrencias em 4 = 50.00 % -> incluindo componente A15 na amostra
 2 ocorrencias em 2 =100.00 % -> excluindo componente A15 na amostra

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 0 ocorrencias- 0.00 %
 A13 - Outros erros da tripulacao 0

Vetores trabalho e agravos de saude na amostra:

vetor saude: 2
 2 ocorrencias em 2 =100.00 %

Vetor trabalho: 2
 2 ocorrencias em 2 =100.00 %

Vetores participacao do piloto na amostra:

Participacao (PODE TER) direta do piloto: 0
 0 ocorrencias em 2 = 0.00 %

SEM parcipacao direta do piloto: 2

EDGARD TESE apendice E.txt
2 ocorrencias em 2 =100.00 %

Participacao JUSTIFICADA do piloto: 0
0 ocorrencias em 2 = 0.00 %

Sem avaliacao da participacao do piloto: 0
0 ocorrencias em 2 = 0.00 %

Vetores de correlacao deste processamento:

todos erros ergonomicos B**
nenhuma contrib do piloto N
CORR. COM VETOR TRABALHO

* * * *

Ocorrencias: com visibilidade 1 - 50.00 % sem visib.- 1 - 50.00 %

REP 19- JUSTIFICADO PILOTO TODO PERIODO.TXT

Correlacao de indices - componentes com indicios ergonomicos
ergo:B** contr:J sde: trb:

Total registros= 50

* * * *

Totais por focos de analise - Nucleo do algoritmo

* * * * *

Componentes por cada estagio de erro no cockpit (Nigel) 50

Nao houve = 14 ocorrencias - 28.00 %
A0 - Nenhuma acao errada cockpit
A14 - Problema que impede acao do piloto

Erro de Acao = 13 ocorrencias - 26.00 %
A1 - Comandos errados
A4 - Falha de recuperacao em perda
A11 - Erro de procedimento
A12 - Erro de acao

Erro de decisao= 20 ocorrencias - 40.00 %
A2 - Acao/julgamento-toque arremetido
A3 - Falha de checagem/monitoracao
A5 - Mal julgamento cond.metereologicas
A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC
A8 - Erro de diagnostico
A9 - Erro de meta
A10 - Erro de estrategia

Erro de informacao = 2 ocorrencias - 4.00 %
A7 - Erro de informacao

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 1 ocorrencias - 2.00 %
A13 - Outros erros da tripulacao

EDGARD TESE apendice E.txt

* * * * *

Componentes por perspectiva de erro no cockpit (segundo Dekker)
 num registros selecionados - 50 incluindo aeromedicos- 74

Nao houve = 14 ocorrencias- 28.00 %
 A0 - Nenhuma acao errada cockpit 2
 A14 - Problema que impede acao do piloto 12

erro SISTEMICO= 13 ocorrencias- 26.00 %
 A1 - Comandos errados 3
 A4 - Falha de recuperacao em perda 0
 A11 - Erro de procedimento 9
 A12 - Erro de acao 1

Erro COGNITIVO= 22 ocorrencias- 44.00 %
 A2 - Acao/julgamento-toque arremetido 0
 A3 - Falha de checagem/monitoracao 7
 A5 - Mal julgamento cond.metereologicas 2
 A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC 6
 A7 - Erro de informacao 2
 A8 - Erro de diagnostico 4
 A9 - Erro de meta 0
 A10 - Erro de estrategia 1

Influencia AEROMEDICA/PSICOSOCIAL na amostra:
 A15- origem aeromedica/psicosocial 24
 24 ocorrencias em 74 = 32.43 % -> incluindo componente A15 na amostra
 24 ocorrencias em 50 = 48.00 % -> excluindo componente A15 na amostra

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 1 ocorrencias- 1.35 %
 A13 - Outros erros da tripulacao 1

Vetores trabalho e agravos de saude na amostra:
 vetor saude: 26
 26 ocorrencias em 50 = 52.00 %

Vetor trabalho: 27
 27 ocorrencias em 50 = 54.00 %

Vetores participacao do piloto na amostra:
 Participacao (PODE TER) direta do piloto: 0
 0 ocorrencias em 50 = 0.00 %

SEM parcipacao direta do piloto: 0
 0 ocorrencias em 50 = 0.00 %

Participacao JUSTIFICADA do piloto: 50
 50 ocorrencias em 50 =100.00 %

Sem avaliacao da participacao do piloto: 0
 0 ocorrencias em 50 = 0.00 %

Vetores de correlacao deste processamento:

todos erros ergonomicos B**
 contribuicao justificada J
 contribuicao justificada J

* * * * *

Ocorrencias: com visibilidade 22 - 44.00 % sem visib.- 28 - 56.00 %

EDGARD TESE apendice E.txt

REP 20- JUSTIFICADO PILOTO 40-79.TXT

Correlacao de indices - componentes com indicios ergonomicos
ergo:B** contr:J sde: trb:

Selecionado periodo : decadas de 1940 a 1979

Total registros= 11

* * * *

Totais por focos de analise - Nucleo do algoritmo

* * * * *

Componentes por cada estagio de erro no cockpit (Nigel) 11

Nao houve = 2 ocorrencias - 18.18 %
A0 - Nenhuma acao errada cockpit
A14 - Problema que impede acao do piloto

Erro de Acao = 3 ocorrencias - 27.27 %
A1 - Comandos errados
A4 - Falha de recuperacao em perda
A11 - Erro de procedimento
A12 - Erro de acao

Erro de decisao= 6 ocorrencias - 54.55 %
A2 - Acao/julgamento-toque arremetido
A3 - Falha de checagem/monitoracao
A5 - Mal julgamento cond.metereologicas
A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC
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 - 11 incluindo aeromedicos- 18

Nao houve = 2 ocorrencias- 18.18 %
A0 - Nenhuma acao errada cockpit 0
A14 - Problema que impede acao do piloto 2

erro SISTEMICO= 3 ocorrencias- 27.27 %
A1 - Comandos errados 0
A4 - Falha de recuperacao em perda 0
A11 - Erro de procedimento 3
A12 - Erro de acao 0

Erro COGNITIVO= 6 ocorrencias- 54.55 %
A2 - Acao/julgamento-toque arremetido 0
A3 - Falha de checagem/monitoracao 3
A5 - Mal julgamento cond.metereologicas 0
A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC 2

EDGARD TESE apendice E.txt
 A7 - Erro de informacao 0
 A8 - Erro de diagnostico 1
 A9 - Erro de meta 0
 A10 - Erro de estrategia 0

Influencia AEROMEDICA/PSICOSOCIAL na amostra:
 A15- origem aeromedica/psicosocial 7
 7 ocorrencias em 18 = 38.89 % -> incluindo componente A15 na amostra
 7 ocorrencias em 11 = 63.64 % -> excluindo componente A15 na amostra

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 0 ocorrencias- 0.00 %
 A13 - Outros erros da tripulacao 0

Vetores trabalho e agravos de saude na amostra:
 vetor saude: 8
 8 ocorrencias em 11 = 72.73 %

Vetor trabalho: 7
 7 ocorrencias em 11 = 63.64 %

Vetores participacao do piloto na amostra:
 Participacao (PODE TER) direta do piloto: 0
 0 ocorrencias em 11 = 0.00 %

SEM parcipacao direta do piloto: 0
 0 ocorrencias em 11 = 0.00 %

Participacao JUSTIFICADA do piloto: 11
 11 ocorrencias em 11 =100.00 %

Sem avaliacao da participacao do piloto: 0
 0 ocorrencias em 11 = 0.00 %

Vetores de correlacao deste processamento:

todos erros ergonomicos B**
 contribuicao justificada J
 contribuicao justificada J

* * * *
 Ocorrencias: com visibilidade 2 - 18.18 % sem visib.- 9 - 81.82
 %□

REP 21- JUSTIFICADO PILOTO APOS AUTO.TXT

Correlacao de indices - componentes com indicios ergonomicos
 ergo:B** contr:J sde: trb:

selecionado periodo : decadas de 1980 a 2010

Total registros= 39

* * * *

Totais por focos de analise - Nucleo do algoritmo

* * * * *

Componentes por cada estagio de erro no cockpit (Nigel) 39

Nao houve = 12 ocorrencias - 30.77 %
 A0 - Nenhuma acao errada cockpit
 A14 - Problema que impede acao do piloto

Erro de Acao = 10 ocorrencias - 25.64 %
 A1 - Comandos errados
 A4 - Falha de recuperacao em perda
 A11 - Erro de procedimento
 A12 - Erro de acao

Erro de decisao= 14 ocorrencias - 35.90 %
 A2 - Acao/julgamento-toque arremetido
 A3 - Falha de checagem/monitoracao
 A5 - Mal julgamento cond.metereologicas
 A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC
 A8 - Erro de diagnostico
 A9 - Erro de meta
 A10 - Erro de estrategia

Erro de informacao = 2 ocorrencias - 5.13 %
 A7 - Erro de informacao

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 1 ocorrencias - 2.56 %
 A13 - Outros erros da tripulacao

* * * * *

Componentes por perspectiva de erro no cockpit (segundo Dekker)
 num registros selecionados - 39 incluindo aeromedicos- 56

Nao houve = 12 ocorrencias- 30.77 %
 A0 - Nenhuma acao errada cockpit 2
 A14 - Problema que impede acao do piloto 10

erro SISTEMICO= 10 ocorrencias- 25.64 %
 A1 - Comandos errados 3
 A4 - Falha de recuperacao em perda 0
 A11 - Erro de procedimento 6
 A12 - Erro de acao 1

Erro COGNITIVO= 16 ocorrencias- 41.03 %
 A2 - Acao/julgamento-toque arremetido 0
 A3 - Falha de checagem/monitoracao 4
 A5 - Mal julgamento cond.metereologicas 2
 A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC 4
 A7 - Erro de informacao 2
 A8 - Erro de diagnostico 3
 A9 - Erro de meta 0
 A10 - Erro de estrategia 1

Influencia AEROMEDICA/PSICOSOCIAL na amostra:
 A15- origem aeromedica/psicosocial 17
 17 ocorrencias em 56 = 30.36 % -> incluindo componente A15 na amostra
 17 ocorrencias em 39 = 43.59 % -> excluindo componente A15 na amostra

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 1 ocorrencias- 1.79 %
 A13 - Outros erros da tripulacao 1

Vetores trabalho e agravos de saude na amostra:

vetor saude: 18
 18 ocorrencias em 39 = 46.15 %

vetor trabalho: 20
 20 ocorrencias em 39 = 51.28 %

EDGARD TESE apendice E.txt

Vetores participacao do piloto na amostra:
Participacao (PODE TER) direta do piloto: 0
0 ocorrencias em 39 = 0.00 %

SEM participacao direta do piloto: 0
0 ocorrencias em 39 = 0.00 %

Participacao JUSTIFICADA do piloto: 39
39 ocorrencias em 39 =100.00 %

Sem avaliacao da participacao do piloto: 0
0 ocorrencias em 39 = 0.00 %

Vetores de correlacao deste processamento:

todos erros ergonomicos B**
contribuicao justificada J
contribuicao justificada J

* * * * *
Ocorrencias: com visibilidade 20 - 51.28 % sem visib.- 19 - 48.72
%□

REP 22- JUSTIFICADO PILOTO C VETOR TRABALHO 40-79.TXT

Correlacao de indices - componentes com indicios ergonomicos
ergo:B** contr:J sde:S trb:

Selecionado periodo : decadas de 1940 a 1979

Total registros= 7

* * * * *

Totais por focos de analise - Nucleo do algoritmo

* * * * *

Componentes por cada estagio de erro no cockpit (Nigel) 7

Nao houve = 0 ocorrencias - 0.00 %
A0 - Nenhuma acao errada cockpit
A14 - Problema que impede acao do piloto

Erro de Acao = 2 ocorrencias - 28.57 %
A1 - Comandos errados
A4 - Falha de recuperacao em perda
A11 - Erro de procedimento
A12 - Erro de acao

Erro de decisao= 5 ocorrencias - 71.43 %
A2 - Acao/julgamento-toque arremetido
A3 - Falha de checagem/monitoracao
A5 - Mal julgamento cond.metereologicas
A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC
A8 - Erro de diagnostico

EDGARD TESE apendice E.txt

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 - 7 incluindo aeromedicos- 14

Nao houve = 0 ocorrencias- 0.00 %
A0 - Nenhuma acao errada cockpit 0
A14 - Problema que impede acao do piloto 0

erro SISTEMICO= 2 ocorrencias- 28.57 %
A1 - Comandos errados 0
A4 - Falha de recuperacao em perda 0
A11 - Erro de procedimento 2
A12 - Erro de acao 0

Erro COGNITIVO= 5 ocorrencias- 71.43 %
A2 - Acao/julgamento-toque arremetido 0
A3 - Falha de checagem/monitoracao 3
A5 - Mal julgamento cond.metereologicas 0
A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC 2
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 7
7 ocorrencias em 14 = 50.00 % -> incluindo componente A15 na amostra
7 ocorrencias em 7 =100.00 % -> excluindo componente A15 na amostra

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 0 ocorrencias- 0.00 %
A13 - Outros erros da tripulacao 0

Vetores trabalho e agravos de saude na amostra:

vetor saude: 7
7 ocorrencias em 7 =100.00 %

Vetor trabalho: 7
7 ocorrencias em 7 =100.00 %

Vetores participacao do piloto na amostra:

Participacao (PODE TER) direta do piloto: 0
0 ocorrencias em 7 = 0.00 %

SEM parcipacao direta do piloto: 0
0 ocorrencias em 7 = 0.00 %

Participacao JUSTIFICADA do piloto: 7
7 ocorrencias em 7 =100.00 %

Sem avaliacao da participacao do piloto: 0
0 ocorrencias em 7 = 0.00 %

Vetores de correlacao deste processamento:

todos erros ergonomicos B**

contribuicao justificada J
CORR. COM VETOR TRABALHO

* * * *

Ocorrencias: com visibilidade 1 - 14.29 % sem visib.- 6 - 85.71 %

REP 23- JUSTIFICADO PILOTO C VETOR TRABALHO APOS AUTO.TXT

Correlacao de indices - componentes com indicios ergonomicos
ergo:B** contr:J sde:S trb:

Selecionado periodo : decadas de 1980 a 2010

Total registros= 20

* * * *

Totais por focos de analise - Nucleo do algoritmo

* * * * *

Componentes por cada estagio de erro no cockpit (Nigel) 20

Nao houve = 2 ocorrencias - 10.00 %
A0 - Nenhuma acao errada cockpit
A14 - Problema que impede acao do piloto

Erro de Acao = 8 ocorrencias - 40.00 %
A1 - Comandos errados
A4 - Falha de recuperacao em perda
A11 - Erro de procedimento
A12 - Erro de acao

Erro de decisao= 9 ocorrencias - 45.00 %
A2 - Acao/julgamento-toque arremetido
A3 - Falha de checagem/monitoracao
A5 - Mal julgamento cond.metereologicas
A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC
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 - 5.00 %
A13 - Outros erros da tripulacao

* * * * *

Componentes por perspectiva de erro no cockpit (segundo Dekker)
num registros selecionados - 20 incluindo aeromedicos- 37

Nao houve = 2 ocorrencias- 10.00 %
A0 - Nenhuma acao errada cockpit 0
A14 - Problema que impede acao do piloto 2

EDGARD TESE apendice E.txt

erro SISTEMICO= 8 ocorrencias- 40.00 %
A1 - Comandos errados 1
A4 - Falha de recuperacao em perda 0
A11 - Erro de procedimento 6
A12 - Erro de acao 1

Erro COGNITIVO= 9 ocorrencias- 45.00 %
A2 - Acao/julgamento-toque arremetido 0
A3 - Falha de checagem/monitoracao 3
A5 - Mal julgamento cond.metereologicas 2
A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC 2
A7 - Erro de informacao 0
A8 - Erro de diagnostico 1
A9 - Erro de meta 0
A10 - Erro de estrategia 1

Influencia AEROMEDICA/PSICOSOCIAL na amostra:

A15- origem aeromedica/psicosocial 17
17 ocorrencias em 37 = 45.95 % -> incluindo componente A15 na amostra
17 ocorrencias em 20 = 85.00 % -> excluindo componente A15 na amostra

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 1 ocorrencias- 2.70 %
A13 - Outros erros da tripulacao 1

Vetores trabalho e agravos de saude na amostra:

vetor saude: 17
17 ocorrencias em 20 = 85.00 %

Vetor trabalho: 20
20 ocorrencias em 20 =100.00 %

Vetores participacao do piloto na amostra:

Participacao (PODE TER) direta do piloto: 0
0 ocorrencias em 20 = 0.00 %

SEM parcipacao direta do piloto: 0
0 ocorrencias em 20 = 0.00 %

Participacao JUSTIFICADA do piloto: 20
20 ocorrencias em 20 =100.00 %

Sem avaliacao da participacao do piloto: 0
0 ocorrencias em 20 = 0.00 %

Vetores de correlacao deste processamento:

todos erros ergonomicos B**
contribuicao justificada J
CORR. COM VETOR TRABALHO

* * * *

Ocorrencias: com visibilidade 7 - 35.00 % sem visib.- 13 - 65.00 %
%□

REP 24- JUSTIFICADO PILOTO C VETOR TRABALHO TODO .TXT

Correlacao de indices - componentes com indicios ergonomicos
ergo:B** contr:J sde:S trb:

Total registros= 27

* * * *

Totais por focos de analise - Nucleo do algoritmo

* * * * *

Componentes por cada estagio de erro no cockpit (Nigel) 27

Nao houve = 2 ocorrencias - 7.41 %
A0 - Nenhuma acao errada cockpit
A14 - Problema que impede acao do piloto

Erro de Acao = 10 ocorrencias - 37.04 %
A1 - Comandos errados
A4 - Falha de recuperacao em perda
A11 - Erro de procedimento
A12 - Erro de acao

Erro de decisao= 14 ocorrencias - 51.85 %
A2 - Acao/julgamento-toque arremetido
A3 - Falha de checagem/monitoracao
A5 - Mal julgamento cond.metereologicas
A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC
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 - 3.70 %
A13 - Outros erros da tripulacao

* * * * *

Componentes por perspectiva de erro no cockpit (segundo Dekker)
num registros selecionados - 27 incluindo aeromedicos- 51

Nao houve = 2 ocorrencias- 7.41 %
A0 - Nenhuma acao errada cockpit 0
A14 - Problema que impede acao do piloto 2

erro SISTEMICO= 10 ocorrencias- 37.04 %
A1 - Comandos errados 1
A4 - Falha de recuperacao em perda 0
A11 - Erro de procedimento 8
A12 - Erro de acao 1

Erro COGNITIVO= 14 ocorrencias- 51.85 %
A2 - Acao/julgamento-toque arremetido 0
A3 - Falha de checagem/monitoracao 6
A5 - Mal julgamento cond.metereologicas 2
A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC 4
A7 - Erro de informacao 0
A8 - Erro de diagnostico 1
A9 - Erro de meta 0
A10 - Erro de estrategia 1

Influencia AEROMEDICA/PSICOSOCIAL na amostra:
A15- origem aeromedica/psicosocial 24

EDGARD TESE apendice E.txt
24 ocorrencias em 51 = 47.06 % -> incluindo componente A15 na amostra
24 ocorrencias em 27 = 88.89 % -> excluindo componente A15 na amostra

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 1 ocorrencias- 1.96 %
A13 - Outros erros da tripulacao 1

Vetores trabalho e agravos de saude na amostra:

vetor saude: 24
24 ocorrencias em 27 = 88.89 %

Vetor trabalho: 27
27 ocorrencias em 27 =100.00 %

Vetores participacao do piloto na amostra:

Participacao (PODE TER) direta do piloto: 0
0 ocorrencias em 27 = 0.00 %

SEM participacao direta do piloto: 0
0 ocorrencias em 27 = 0.00 %

Participacao JUSTIFICADA do piloto: 27
27 ocorrencias em 27 =100.00 %

Sem avaliacao da participacao do piloto: 0
0 ocorrencias em 27 = 0.00 %

Vetores de correlacao deste processamento:

todos erros ergonomicos B**
contribuicao justificada J
CORR. COM VETOR TRABALHO

* * * *

Ocorrencias: com visibilidade 8 - 29.63 % sem visib.- 19 - 70.37 %

REP 25

Indexada por erro ergonomico-totais-sintetico - aberta por fatores ergonomicos
TODOS

B1	* Tot-Probl.estrutural(escolha/teste errado de materiais)	: 18=	4.89%
B10	* Tot-Probl.capitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)	: 64=	17.39%
B11	* Tot-Treinamento inapropriado /Treinamento deficiente	: 29=	7.88%
B12	* Tot-Erro mecanico/manutencao falha dispositivos/instrument	: 38=	10.33%
B13	* Tot-Erro de leiaute	: 1=	0.27%
B14	* Tot-Sobrecarga emocional e / ou cognitiva	: 5=	1.36%
B15	* Tot-Distribuicao errada da tarefa	: 1=	0.27%
B16	* Tot-Instrumentos ou posicao deficiente	: 4=	1.09%
B17	* Tot-Erro linguagem (no cockpit ou com o exterior)	: 10=	2.72%
B18	* Tot-Erro comunicacional	: 11=	2.99%
B19	* Tot-Erro informacao(chega ao piloto- cockpit ou exterior)	: 36=	9.78%
B2	* Tot-Erro de projeto	: 13=	3.53%
B20	* Tot-Erro coletivo (cockpit e/ou corporativo)	: 32=	8.70%
B21	* Tot-Outros problemas ergonomicos / cognitivos	: 7=	1.90%
B3	* Tot-Escolha errada de aeronave	: 1=	0.27%

EDGARD TESE apendice E.txt

B4	* Tot-Pessoal apoio terra/carga mal posicionada/excesso	: 13=	3.53%
B5	* Tot-Estresse	: 20=	5.43%
B6	* Tot-Torre de controle (Procedimento com ATC)	: 21=	5.71%
B7	* Tot-Fadiga e problemas fisiologicos/ Disturbios fisiologic	: 31=	8.42%
B8	* Tot-Problemas psicologicos e emocionais	: 6=	1.63%
B9	* Tot-Erro de lideranca	: 6=	1.63%
B99	* Tot-Nenhum problema detectado	: 1=	0.27%

 Selecionado periodo : decadas de 1940 a 1979

B1	* Tot-Probl.estrutural(escolha/teste errado de materiais)	: 3=	3.30%
B10	* Tot-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)	: 13=	14.29%
B11	* Tot-Treinamento inapropriado /Treinamento deficiente	: 5=	5.49%
B12	* Tot-Erro mecanico/manutencao falha dispositivos/instrument	: 11=	12.09%
B14	* Tot-Sobrecarga emocional e / ou cognitiva	: 1=	1.10%
B17	* Tot-Erro linguagem (no cockpit ou com o exterior)	: 4=	4.40%
B18	* Tot-Erro comunicacional	: 7=	7.69%
B19	* Tot-Erro informacao(chega ao piloto- cockpit ou exterior)	: 3=	3.30%
B2	* Tot-Erro de projeto	: 3=	3.30%
B20	* Tot-Erro coletivo (cockpit e/ou corporativo)	: 9=	9.89%
B4	* Tot-Pessoal apoio terra/carga mal posicionada/excesso	: 4=	4.40%
B5	* Tot-Estresse	: 7=	7.69%
B6	* Tot-Torre de controle (Procedimento com ATC)	: 9=	9.89%
B7	* Tot-Fadiga e problemas fisiologicos/ Disturbios fisiologic	: 10=	10.99%
B9	* Tot-Erro de lideranca	: 2=	2.20%

* * * * *
 Total registros= 91

 Selecionado periodo : decadas de 1980 a 2010

B1	* Tot-Probl.estrutural(escolha/teste errado de materiais)	: 15=	5.42%
B10	* Tot-Probl.capacitacao(erro/desconhec/precipit/neglig.acao)	: 51=	18.41%
B11	* Tot-Treinamento inapropriado /Treinamento deficiente	: 24=	8.66%
B12	* Tot-Erro mecanico/manutencao falha dispositivos/instrument	: 27=	9.75%
B13	* Tot-Erro de leiaute	: 1=	0.36%
B14	* Tot-Sobrecarga emocional e / ou cognitiva	: 4=	1.44%
B15	* Tot-Distribuicao errada da tarefa	: 1=	0.36%
B16	* Tot-Instrumentos ou posicao deficiente	: 4=	1.44%
B17	* Tot-Erro linguagem (no cockpit ou com o exterior)	: 6=	2.17%
B18	* Tot-Erro comunicacional	: 4=	1.44%
B19	* Tot-Erro informacao(chega ao piloto- cockpit ou exterior)	: 33=	11.91%
B2	* Tot-Erro de projeto	: 10=	3.61%
B20	* Tot-Erro coletivo (cockpit e/ou corporativo)	: 23=	8.30%
B21	* Tot-Outros problemas ergonomicos / cognitivos	: 7=	2.53%
B3	* Tot-Escolha errada de aeronave	: 1=	0.36%
B4	* Tot-Pessoal apoio terra/carga mal posicionada/excesso	: 9=	3.25%
B5	* Tot-Estresse	: 13=	4.69%
B6	* Tot-Torre de controle (Procedimento com ATC)	: 12=	4.33%
B7	* Tot-Fadiga e problemas fisiologicos/ Disturbios fisiologic	: 21=	7.58%
B8	* Tot-Problemas psicologicos e emocionais	: 6=	2.17%
B9	* Tot-Erro de lideranca	: 4=	1.44%
B99	* Tot-Nenhum problema detectado	: 1=	0.36%

* * * * *
 Total registros= 277

EDGARD TESE apendice E.txt

REP 27- CAUSALIDADES TODOS E PERIODO

Indicios ergonomicos- causalidade (CENIPA)- filtros- nenhum

TODOS

** TOT.-C1- Controle de trafego aereo e problemas de navegacao	:	10=	5.56%
** TOT.-C2- Acidentes com carga/porta de carga/ dispositivos	:	11=	6.11%
** TOT.-C3- Colisoes (colisoes no ar e no chao)	:	10=	5.56%
** TOT.-C4- Fatores externos, graves prob.metereologicos, raio	:	7=	3.89%
** TOT.-C5- Tripulacao-Drogas,alc.,cond.mental,regul.,cansaco/fadiga:	:	23=	12.78%
** TOT.-C6- Fogo no hangar/no solo, no ar, no interior da aeronave	:	4=	2.22%
** TOT.-C7- Pouso/decolagem-erro veloc.,comand.travados,configuracao:	:	46=	25.56%
** TOT.-C8- Manutencao-falha de diretivas,instalac.errada componente:	:	17=	9.44%
** TOT.-C9- Resultado- pouso de emergencia, perda de controle	:	2=	1.11%
** TOT.-C11- Condicoes metereol.desfavoraveis/m visibilidade/noite	:	13=	7.22%
** TOT.-C12- Acao terrorista,sequestros e passageiros- ataque,guerra:	:	2=	1.11%
** TOT.-C14- Desconhecido- causas indeterminadas	:	5=	2.78%
** TOT.-C15- Desinformacao-componente instalado s/informaç. operacao:	:	4=	2.22%
** TOT.-C16- Imprevisivel-Falta avaliacao-situacoes que geram erros:	:	10=	5.56%
** TOT.-C17- Imprevisivel-Aval.errada-desinform-inform.errada/incomp:	:	11=	6.11%
** TOT.-C18- Problemas corporativos-normas nao apropriadas	:	5=	2.78%

Total registros= 180

Selecionado periodo : decadas de 1940 a 1979

** TOT.-C1- Controle de trafego aereo e problemas de navegacao	:	2=	4.65%
** TOT.-C2- Acidentes com carga/porta de carga/ dispositivos	:	4=	9.30%
** TOT.-C3- Colisoes (colisoes no ar e no chao)	:	5=	11.63%
** TOT.-C5- Tripulacao-Drogas,alc.,cond.mental,regul.,cansaco/fadiga:	:	11=	25.58%
** TOT.-C7- Pouso/decolagem-erro veloc.,comand.travados,configuracao:	:	10=	23.26%
** TOT.-C8- Manutencao-falha de diretivas,instalac.errada componente:	:	4=	9.30%
** TOT.-C11- Condicoes metereol.desfavoraveis/m visibilidade/noite	:	2=	4.65%
** TOT.-C12- Acao terrorista,sequestros e passageiros- ataque,guerra:	:	1=	2.33%
** TOT.-C16- Imprevisivel-Falta avaliacao-situacoes que geram erros:	:	2=	4.65%
** TOT.-C17- Imprevisivel-Aval.errada-desinform-inform.errada/incomp:	:	1=	2.33%
** TOT.-C18- Problemas corporativos-normas nao apropriadas	:	1=	2.33%

Total registros= 43

Selecionado periodo : decadas de 1980 a 2010

** TOT.-C1- Controle de trafego aereo e problemas de navegacao	:	8=	5.84%
** TOT.-C2- Acidentes com carga/porta de carga/ dispositivos	:	7=	5.11%
** TOT.-C3- Colisoes (colisoes no ar e no chao)	:	5=	3.65%
** TOT.-C4- Fatores externos, graves prob.metereologicos, raio	:	7=	5.11%
** TOT.-C5- Tripulacao-Drogas,alc.,cond.mental,regul.,cansaco/fadiga:	:	12=	8.76%
** TOT.-C6- Fogo no hangar/no solo, no ar, no interior da aeronave	:	4=	2.92%
** TOT.-C7- Pouso/decolagem-erro veloc.,comand.travados,configuracao:	:	36=	26.28%
** TOT.-C8- Manutencao-falha de diretivas,instalac.errada componente:	:	13=	9.49%
** TOT.-C9- Resultado- pouso de emergencia, perda de controle	:	2=	1.46%
** TOT.-C11- Condicoes metereol.desfavoraveis/m visibilidade/noite	:	11=	8.03%
** TOT.-C12- Acao terrorista,sequestros e passageiros- ataque,guerra:	:	1=	0.73%
** TOT.-C14- Desconhecido- causas indeterminadas	:	5=	3.65%
** TOT.-C15- Desinformacao-componente instalado s/informaç. operacao:	:	4=	2.92%
** TOT.-C16- Imprevisivel-Falta avaliacao-situacoes que geram erros:	:	8=	5.84%
** TOT.-C17- Imprevisivel-Aval.errada-desinform-inform.errada/incomp:	:	10=	7.30%
** TOT.-C18- Problemas corporativos-normas nao apropriadas	:	4=	2.92%

Total registros= 137

EDGARD TESE apendice E.txt

Correlacao de indices - componentes com indicios ergonomicos
ergo:B** sde:S trb:S

Total registros= 27

* * * *

Totais por focos de analise - Nucleo do algoritmo

* * * * *

Componentes por cada estagio de erro no cockpit (Nigel) 27

Nao houve = 3 ocorrencias - 11.11 %

- A0 - Nenhuma acao errada cockpit
- A14 - Problema que impede acao do piloto

Erro de Acao = 11 ocorrencias - 40.74 %

- A1 - Comandos errados
- A4 - Falha de recuperacao em perda
- A11 - Erro de procedimento
- A12 - Erro de acao

Erro de decisao= 12 ocorrencias - 44.44 %

- A2 - Acao/julgamento-toque arremetido
- A3 - Falha de checagem/monitoracao
- A5 - Mal julgamento cond.metereologicas
- A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC
- 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 - 3.70 %

- A13 - Outros erros da tripulacao

* * * * *

Componentes por perspectiva de erro no cockpit (segundo Dekker)
num registros selecionados - 27 incluindo aeromedicos- 54

Nao houve = 3 ocorrencias- 11.11 %

- A0 - Nenhuma acao errada cockpit 0
- A14 - Problema que impede acao do piloto 3

erro SISTEMICO= 11 ocorrencias- 40.74 %

- A1 - Comandos errados 1
- A4 - Falha de recuperacao em perda 0
- A11 - Erro de procedimento 9
- A12 - Erro de acao 1

Erro COGNITIVO= 12 ocorrencias- 44.44 %

- A2 - Acao/julgamento-toque arremetido 0
- A3 - Falha de checagem/monitoracao 6
- A5 - Mal julgamento cond.metereologicas 2
- A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC 3
- A7 - Erro de informacao 0
- A8 - Erro de diagnostico 0
- A9 - Erro de meta 0
- A10 - Erro de estrategia 1

Influencia AEROMEDICA/PSICOSOCIAL na amostra:

A15- origem aeromedica/psicosocial 27

27 ocorrencias em 54 = 50.00 % -> incluindo componente A15 na amostra

27 ocorrencias em 27 =100.00 % -> excluindo componente A15 na amostra

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 1 ocorrencias- 1.85 %

EDGARD TESE apendice E.txt
A13 - Outros erros da tripulacao 1

Vetores trabalho e agravos de saude na amostra:

vetor saude: 27
27 ocorrencias em 27 =100.00 %

Vetor trabalho: 27
27 ocorrencias em 27 =100.00 %

Vetores participacao do piloto na amostra:

Participacao (PODE TER) direta do piloto: 0
0 ocorrencias em 27 = 0.00 %

SEM parcipacao direta do piloto: 3
3 ocorrencias em 27 = 11.11 %

Participacao JUSTIFICADA do piloto: 24
24 ocorrencias em 27 = 88.89 %

Sem avaliacao da participacao do piloto: 0
0 ocorrencias em 27 = 0.00 %

Vetores de correlacao deste processamento:

todos erros ergonomicos B**
CORR. COM vetor SAUDE E TRABALHO

* * * * *
Ocorrencias: com visibilidade 9 - 33.33 % sem visib.- 18 - 66.67 %
%□

REP-29 VETOR SAUDE TODO PERIODO.TXT

Correlacao de indices - componentes com indicios ergonomicos
ergo:B** sde: trb:S

Total registros= 47

* * * * *

Totais por focos de analise - Nucleo do algoritmo

* * * * *

Componentes por cada estagio de erro no cockpit (Nigel) 47

Nao houve = 8 ocorrencias - 17.02 %
A0 - Nenhuma acao errada cockpit
A14 - Problema que impede acao do piloto

Erro de Acao = 17 ocorrencias - 36.17 %
A1 - Comandos errados
A4 - Falha de recuperacao em perda
A11 - Erro de procedimento
A12 - Erro de acao

Erro de decisao= 19 ocorrencias - 40.43 %
A2 - Acao/julgamento-toque arremetido

EDGARD TESE apendice E.txt

- A3 - Falha de checagem/monitoracao
- A5 - Mal julgamento cond.metereologicas
- A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC
- A8 - Erro de diagnostico
- A9 - Erro de meta
- A10 - Erro de estrategia

Erro de informacao = 2 ocorrencias - 4.26 %
 A7 - Erro de informacao

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 1 ocorrencias - 2.13 %
 A13 - Outros erros da tripulacao

* * * * *

Componentes por perspectiva de erro no cockpit (segundo Dekker)
 num registros selecionados - 47 incluindo aeromedicos- 87

Nao houve = 8 ocorrencias- 17.02 %
 A0 - Nenhuma acao errada cockpit 0
 A14 - Problema que impede acao do piloto 8

erro SISTEMICO= 17 ocorrencias- 36.17 %
 A1 - Comandos errados 1
 A4 - Falha de recuperacao em perda 2
 A11 - Erro de procedimento 13
 A12 - Erro de acao 1

Erro COGNITIVO= 21 ocorrencias- 44.68 %
 A2 - Acao/julgamento-toque arremetido 0
 A3 - Falha de checagem/monitoracao 8
 A5 - Mal julgamento cond.metereologicas 3
 A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC 4
 A7 - Erro de informacao 2
 A8 - Erro de diagnostico 2
 A9 - Erro de meta 0
 A10 - Erro de estrategia 2

Influencia AEROMEDICA/PSICOSOCIAL na amostra:
 A15- origem aeromedica/psicosocial 40
 40 ocorrencias em 87 = 45.98 % -> incluindo componente A15 na amostra
 40 ocorrencias em 47 = 85.11 % -> excluindo componente A15 na amostra

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 1 ocorrencias- 1.15 %
 A13 - Outros erros da tripulacao 1

Vetores trabalho e agravos de saude na amostra:
 vetor saude: 47
 47 ocorrencias em 47 =100.00 %

Vetor trabalho: 27
 27 ocorrencias em 47 = 57.45 %

Vetores participacao do piloto na amostra:
 Participacao (PODE TER) direta do piloto: 13
 13 ocorrencias em 47 = 27.66 %

SEM parcipacao direta do piloto: 8
 8 ocorrencias em 47 = 17.02 %

Participacao JUSTIFICADA do piloto: 26
 26 ocorrencias em 47 = 55.32 %

Sem avaliacao da participacao do piloto: 13
 13 ocorrencias em 47 = 27.66 %

EDGARD TESE apendice E.txt
Vetores de correlacao deste processamento:

todos erros ergonomicos B**
CORR. COM VETOR SAUDE

* * * *

Ocorrencias: com visibilidade 21 - 44.68 % sem visib.- 26 - 55.32
%□

REP-30 VETOR SAUDE 40-79.TXT

Correlacao de indices - componentes com indicios ergonomicos
ergo:B** sde:S trb:

Selecionado periodo : decadas de 1940 a 1979

Total registros= 14

* * * *

Totais por focos de analise - Nucleo do algoritmo

* * * * *

Componentes por cada estagio de erro no cockpit (Nigel) 14

Nao houve = 5 ocorrencias - 35.71 %
A0 - Nenhuma acao errada cockpit
A14 - Problema que impede acao do piloto

Erro de Acao = 2 ocorrencias - 14.29 %
A1 - Comandos errados
A4 - Falha de recuperacao em perda
A11 - Erro de procedimento
A12 - Erro de acao

Erro de decisao= 6 ocorrencias - 42.86 %
A2 - Acao/julgamento-toque arremetido
A3 - Falha de checagem/monitoracao
A5 - Mal julgamento cond.metereologicas
A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC
A8 - Erro de diagnostico
A9 - Erro de meta
A10 - Erro de estrategia

Erro de informacao = 1 ocorrencias - 7.14 %
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 - 14 incluindo aeromedicos- 26

Nao houve = 5 ocorrencias- 35.71 %

EDGARD TESE apendice E.txt

A0 - Nenhuma acao errada cockpit	0
A14 - Problema que impede acao do piloto	5

erro SISTEMICO= 2 ocorrencias- 14.29 %

A1 - Comandos errados	0
A4 - Falha de recuperacao em perda	0
A11 - Erro de procedimento	2
A12 - Erro de acao	0

Erro COGNITIVO= 7 ocorrencias- 50.00 %

A2 - Acao/julgamento-toque arremetido	0
A3 - Falha de checagem/monitoracao	3
A5 - Mal julgamento cond.metereologicas	0
A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC	2
A7 - Erro de informacao	1
A8 - Erro de diagnostico	1
A9 - Erro de meta	0
A10 - Erro de estrategia	0

Influencia AEROMEDICA/PSICOSOCIAL na amostra:

A15- origem aeromedica/psicosocial	12
12 ocorrencias em 26 = 46.15 % -> incluindo componente A15 na amostra	
12 ocorrencias em 14 = 85.71 % -> excluindo componente A15 na amostra	

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 0 ocorrencias- 0.00 %

A13 - Outros erros da tripulacao	0
----------------------------------	---

Vetores trabalho e agravos de saude na amostra:

vetor saude:	14
14 ocorrencias em 14 =100.00 %	
vetor trabalho:	9
9 ocorrencias em 14 = 64.29 %	

Vetores participacao do piloto na amostra:

Participacao (PODE TER) direta do piloto:	1
1 ocorrencias em 14 = 7.14 %	
SEM parcipacao direta do piloto:	5
5 ocorrencias em 14 = 35.71 %	
Participacao JUSTIFICADA do piloto:	8
8 ocorrencias em 14 = 57.14 %	
Sem avaliacao da participacao do piloto:	1
1 ocorrencias em 14 = 7.14 %	

Vetores de correlacao deste processamento:

todos erros ergonomicos B**
CORR. COM VETOR SAUDE

* * * *

Ocorrencias: com visibilidade 5 - 35.71 % sem visib.- 9 - 64.29 %

Correlacao de indices - componentes com indicios ergonomicos
ergo:B** sde:S trb:S

selecionado periodo : decadas de 1980 a 2010

Total registros= 18

* * * *

Totais por focos de analise - Nucleo do algoritmo

* * * * *

Componentes por cada estagio de erro no cockpit (Nigel) 18

Nao houve = 1 ocorrencias - 5.56 %
A0 - Nenhuma acao errada cockpit
A14 - Problema que impede acao do piloto

Erro de Acao = 9 ocorrencias - 50.00 %
A1 - Comandos errados
A4 - Falha de recuperacao em perda
A11 - Erro de procedimento
A12 - Erro de acao

Erro de decisao= 7 ocorrencias - 38.89 %
A2 - Acao/julgamento-toque arremetido
A3 - Falha de checagem/monitoracao
A5 - Mal julgamento cond.metereologicas
A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC
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 - 5.56 %
A13 - Outros erros da tripulacao

* * * * *

Componentes por perspectiva de erro no cockpit (segundo Dekker)
num registros selecionados - 18 incluindo aeromedicos- 36

Nao houve = 1 ocorrencias- 5.56 %
A0 - Nenhuma acao errada cockpit 0
A14 - Problema que impede acao do piloto 1

erro SISTEMICO= 9 ocorrencias- 50.00 %
A1 - Comandos errados 1
A4 - Falha de recuperacao em perda 0
A11 - Erro de procedimento 7
A12 - Erro de acao 1

Erro COGNITIVO= 7 ocorrencias- 38.89 %
A2 - Acao/julgamento-toque arremetido 0
A3 - Falha de checagem/monitoracao 3
A5 - Mal julgamento cond.metereologicas 2
A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC 1
A7 - Erro de informacao 0
A8 - Erro de diagnostico 0
A9 - Erro de meta 0
A10 - Erro de estrategia 1

EDGARD TESE apendice E.txt

Influencia AEROMEDICA/PSICOSOCIAL na amostra:

A15- origem aeromedica/psicosocial 18
18 ocorrencias em 36 = 50.00 % -> incluindo componente A15 na amostra
18 ocorrencias em 18 =100.00 % -> excluindo componente A15 na amostra

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 1 ocorrencias- 2.78 %
A13 - Outros erros da tripulacao 1

Vetores trabalho e agravos de saude na amostra:

vetor saude: 18
18 ocorrencias em 18 =100.00 %

Vetor trabalho: 18
18 ocorrencias em 18 =100.00 %

Vetores participacao do piloto na amostra:

Participacao (PODE TER) direta do piloto: 0
0 ocorrencias em 18 = 0.00 %

SEM parcipacao direta do piloto: 1
1 ocorrencias em 18 = 5.56 %

Participacao JUSTIFICADA do piloto: 17
17 ocorrencias em 18 = 94.44 %

Sem avaliacao da participacao do piloto: 0
0 ocorrencias em 18 = 0.00 %

Vetores de correlacao deste processamento:

todos erros ergonomicos B**

CORR. COM vetor SAUDE E TRABALHO

* * * *

Ocorrencias: com visibilidade 7 - 38.89 % sem visib.- 11 - 61.11 %

REP-32 VETOR SAUDE POS AUTOM

Correlacao de indices - componentes com indicios ergonomicos
ergo:B** sde:S trb:

Selecionado periodo : decadas de 1980 a 2010

Total registros= 33

* * * *

Totais por focos de analise - Nucleo do algoritmo

* * * * *

Componentes por cada estagio de erro no cockpit (Nigel) 33

Nao houve = 3 ocorrencias - 9.09 %

EDGARD TESE apendice E.txt

A0 - Nenhuma acao errada cockpit
 A14 - Problema que impede acao do piloto

Erro de Acao = 15 ocorrencias - 45.45 %

A1 - Comandos errados
 A4 - Falha de recuperacao em perda
 A11 - Erro de procedimento
 A12 - Erro de acao

Erro de decisao= 13 ocorrencias - 39.39 %

A2 - Acao/julgamento-toque arremetido
 A3 - Falha de checagem/monitoracao
 A5 - Mal julgamento cond.metereologicas
 A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC
 A8 - Erro de diagnostico
 A9 - Erro de meta
 A10 - Erro de estrategia

Erro de informacao = 1 ocorrencias - 3.03 %

A7 - Erro de informacao

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 1 ocorrencias - 3.03 %

A13 - Outros erros da tripulacao

* * * * *

Componentes por perspectiva de erro no cockpit (segundo Dekker)
 num registros selecionados - 33 incluindo aeromedicos- 61

Nao houve = 3 ocorrencias- 9.09 %

A0 - Nenhuma acao errada cockpit 0
 A14 - Problema que impede acao do piloto 3

erro SISTEMICO= 15 ocorrencias- 45.45 %

A1 - Comandos errados 1
 A4 - Falha de recuperacao em perda 2
 A11 - Erro de procedimento 11
 A12 - Erro de acao 1

Erro COGNITIVO= 14 ocorrencias- 42.42 %

A2 - Acao/julgamento-toque arremetido 0
 A3 - Falha de checagem/monitoracao 5
 A5 - Mal julgamento cond.metereologicas 3
 A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC 2
 A7 - Erro de informacao 1
 A8 - Erro de diagnostico 1
 A9 - Erro de meta 0
 A10 - Erro de estrategia 2

Influencia AEROMEDICA/PSICOSOCIAL na amostra:

A15- origem aeromedica/psicosocial 28
 28 ocorrencias em 61 = 45.90 % -> incluindo componente A15 na amostra
 28 ocorrencias em 33 = 84.85 % -> excluindo componente A15 na amostra

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 1 ocorrencias- 1.64 %

A13 - Outros erros da tripulacao 1

Vetores trabalho e agravos de saude na amostra:

vetor saude: 33
 33 ocorrencias em 33 =100.00 %

Vetor trabalho: 18
 18 ocorrencias em 33 = 54.55 %

Vetores participacao do piloto na amostra:

Participacao (PODE TER) direta do piloto: 12
 12 ocorrencias em 33 = 36.36 %

EDGARD TESE apendice E.txt

SEM participacao direta do piloto: 3
3 ocorrencias em 33 = 9.09 %

Participacao JUSTIFICADA do piloto: 18
18 ocorrencias em 33 = 54.55 %

Sem avaliacao da participacao do piloto: 12
12 ocorrencias em 33 = 36.36 %

Vetores de correlacao deste processamento:

todos erros ergonomicos B**
CORR. COM VETOR SAUDE

* * * *

Ocorrencias: com visibilidade 16 - 48.48 % sem visib.- 17 - 51.52 %

REP-33 VETOR SAUDE E TRABALHO 40-79.TXT

Correlacao de indices - componentes com indicios ergonomicos
ergo:B** sde:S trb:S

selecionado periodo : decadas de 1940 a 1979

Total registros= 9

* * * *

Totais por focos de analise - Nucleo do algoritmo

* * * * *

Componentes por cada estagio de erro no cockpit (Nigel) 9

Nao houve = 2 ocorrencias - 22.22 %
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= 5 ocorrencias - 55.56 %
A2 - Acao/julgamento-toque arremetido
A3 - Falha de checagem/monitoracao
A5 - Mal julgamento cond.metereologicas
A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC
A8 - Erro de diagnostico
A9 - Erro de meta
A10 - Erro de estrategia

Erro de informacao = 0 ocorrencias - 0.00 %
A7 - Erro de informacao

EDGARD TESE apendice E.txt

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- 18

Nao houve = 2 ocorrencias- 22.22 %
A0 - Nenhuma acao errada cockpit 0
A14 - Problema que impede acao do piloto 2

erro SISTEMICO= 2 ocorrencias- 22.22 %
A1 - Comandos errados 0
A4 - Falha de recuperacao em perda 0
A11 - Erro de procedimento 2
A12 - Erro de acao 0

Erro COGNITIVO= 5 ocorrencias- 55.56 %
A2 - Acao/julgamento-toque arremetido 0
A3 - Falha de checagem/monitoracao 3
A5 - Mal julgamento cond.metereologicas 0
A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC 2
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 9
9 ocorrencias em 18 = 50.00 % -> incluindo componente A15 na amostra
9 ocorrencias em 9 =100.00 % -> excluindo componente A15 na amostra

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 0 ocorrencias- 0.00 %
A13 - Outros erros da tripulacao 0

Vetores trabalho e agravos de saude na amostra:

vetor saude: 9
9 ocorrencias em 9 =100.00 %

Vetor trabalho: 9
9 ocorrencias em 9 =100.00 %

Vetores participacao do piloto na amostra:

Participacao (PODE TER) direta do piloto: 0
0 ocorrencias em 9 = 0.00 %

SEM parcipacao direta do piloto: 2
2 ocorrencias em 9 = 22.22 %

Participacao JUSTIFICADA do piloto: 7
7 ocorrencias em 9 = 77.78 %

Sem avaliacao da participacao do piloto: 0
0 ocorrencias em 9 = 0.00 %

Vetores de correlacao deste processamento:

todos erros ergonomicos B**

CORR. COM vetor SAUDE E TRABALHO

* * * *

Ocorrencias: com visibilidade 2 - 22.22 % sem visib.- 7 - 77.78

%□

REP 34 VETOR TRABALHO TODO PERIODO.TXT

Correlacao de indices - componentes com indicios ergonomicos
ergo:B** sde: trb:S

Total registros= 36

* * * *

Totais por focos de analise - Nucleo do algoritmo

* * * * *

Componentes por cada estagio de erro no cockpit (Nigel) 36

Nao houve = 9 ocorrencias - 25.00 %
A0 - Nenhuma acao errada cockpit
A14 - Problema que impede acao do piloto

Erro de Acao = 12 ocorrencias - 33.33 %
A1 - Comandos errados
A4 - Falha de recuperacao em perda
A11 - Erro de procedimento
A12 - Erro de acao

Erro de decisao= 14 ocorrencias - 38.89 %
A2 - Acao/julgamento-toque arremetido
A3 - Falha de checagem/monitoracao
A5 - Mal julgamento cond.metereologicas
A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC
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 - 2.78 %
A13 - Outros erros da tripulacao

* * * * *

Componentes por perspectiva de erro no cockpit (segundo Dekker)
num registros selecionados - 36 incluindo aeromedicos- 63

Nao houve = 9 ocorrencias- 25.00 %
A0 - Nenhuma acao errada cockpit 3
A14 - Problema que impede acao do piloto 6

erro SISTEMICO= 12 ocorrencias- 33.33 %
A1 - Comandos errados 1
A4 - Falha de recuperacao em perda 0
A11 - Erro de procedimento 9
A12 - Erro de acao 2

Erro COGNITIVO= 14 ocorrencias- 38.89 %
A2 - Acao/julgamento-toque arremetido 0
A3 - Falha de checagem/monitoracao 6
A5 - Mal julgamento cond.metereologicas 2

EDGARD TESE apendice E.txt
A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC 4
A7 - Erro de informacao 0
A8 - Erro de diagnostico 1
A9 - Erro de meta 0
A10 - Erro de estrategia 1

Influencia AEROMEDICA/PSICOSOCIAL na amostra:

A15- origem aeromedica/psicosocial 27
27 ocorrencias em 63 = 42.86 % -> incluindo componente A15 na amostra
27 ocorrencias em 36 = 75.00 % -> excluindo componente A15 na amostra

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 1 ocorrencias- 1.59 %
A13 - Outros erros da tripulacao 1

Vetores trabalho e agravos de saude na amostra:

vetor saude: 27
27 ocorrencias em 36 = 75.00 %

Vetor trabalho: 36
36 ocorrencias em 36 =100.00 %

Vetores participacao do piloto na amostra:

Participacao (PODE TER) direta do piloto: 0
0 ocorrencias em 36 = 0.00 %

SEM parcipacao direta do piloto: 9
9 ocorrencias em 36 = 25.00 %

Participacao JUSTIFICADA do piloto: 27
27 ocorrencias em 36 = 75.00 %

Sem avaliacao da participacao do piloto: 0
0 ocorrencias em 36 = 0.00 %

Vetores de correlacao deste processamento:

todos erros ergonomicos B**
CORR. COM VETOR TRABALHO

* * * *
Ocorrencias: com visibilidade 14 - 38.89 % sem visib.- 22 - 61.11
%□

REP 35 VETOR TRABALHO POS AUTOM.TXT

Correlacao de indices - componentes com indicios ergonomicos
ergo:B** sde: trb:S

selecionado periodo : decadas de 1980 a 2010

Total registros= 27

* * * *

Totais por focos de analise - Nucleo do algoritmo

* * * * *

Componentes por cada estagio de erro no cockpit (Nigel) 27

Nao houve = 7 ocorrencias - 25.93 %
 A0 - Nenhuma acao errada cockpit
 A14 - Problema que impede acao do piloto

Erro de Acao = 10 ocorrencias - 37.04 %
 A1 - Comandos errados
 A4 - Falha de recuperacao em perda
 A11 - Erro de procedimento
 A12 - Erro de acao

Erro de decisao= 9 ocorrencias - 33.33 %
 A2 - Acao/julgamento-toque arremetido
 A3 - Falha de checagem/monitoracao
 A5 - Mal julgamento cond.metereologicas
 A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC
 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 - 3.70 %
 A13 - Outros erros da tripulacao

* * * * *

Componentes por perspectiva de erro no cockpit (segundo Dekker)
 num registros selecionados - 27 incluindo aeromedicos- 45

Nao houve = 7 ocorrencias- 25.93 %
 A0 - Nenhuma acao errada cockpit 3
 A14 - Problema que impede acao do piloto 4

erro SISTEMICO= 10 ocorrencias- 37.04 %
 A1 - Comandos errados 1
 A4 - Falha de recuperacao em perda 0
 A11 - Erro de procedimento 7
 A12 - Erro de acao 2

Erro COGNITIVO= 9 ocorrencias- 33.33 %
 A2 - Acao/julgamento-toque arremetido 0
 A3 - Falha de checagem/monitoracao 3
 A5 - Mal julgamento cond.metereologicas 2
 A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC 2
 A7 - Erro de informacao 0
 A8 - Erro de diagnostico 1
 A9 - Erro de meta 0
 A10 - Erro de estrategia 1

Influencia AEROMEDICA/PSICOSOCIAL na amostra:
 A15- origem aeromedica/psicosocial 18
 18 ocorrencias em 45 = 40.00 % -> incluindo componente A15 na amostra
 18 ocorrencias em 27 = 66.67 % -> excluindo componente A15 na amostra

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 1 ocorrencias- 2.22 %
 A13 - Outros erros da tripulacao 1

Vetores trabalho e agravos de saude na amostra:

vetor saude: 18
 18 ocorrencias em 27 = 66.67 %

vetor trabalho: 27
 27 ocorrencias em 27 =100.00 %

EDGARD TESE apendice E.txt

Vetores participacao do piloto na amostra:
Participacao (PODE TER) direta do piloto: 0
0 ocorrencias em 27 = 0.00 %

SEM parcipacao direta do piloto: 7
7 ocorrencias em 27 = 25.93 %

Participacao JUSTIFICADA do piloto: 20
20 ocorrencias em 27 = 74.07 %

Sem avaliacao da participacao do piloto: 0
0 ocorrencias em 27 = 0.00 %

Vetores de correlacao deste processamento:

todos erros ergonomicos B**
CORR. COM VETOR TRABALHO

* * * *
Ocorrencias: com visibilidade 12 - 44.44 % sem visib.- 15 - 55.56
%□

REP 36 VETOR TRABALHO 40-79.TXT

Correlacao de indices - componentes com indicios ergonomicos
ergo:B** sde: trb:S

Selecionado periodo : decadas de 1980 a 2010

Total registros= 27

* * * *

Totais por focos de analise - Nucleo do algoritmo

* * * * *

Componentes por cada estagio de erro no cockpit (Nigel) 27

Nao houve = 7 ocorrencias - 25.93 %
A0 - Nenhuma acao errada cockpit
A14 - Problema que impede acao do piloto

Erro de Acao = 10 ocorrencias - 37.04 %
A1 - Comandos errados
A4 - Falha de recuperacao em perda
A11 - Erro de procedimento
A12 - Erro de acao

Erro de decisao= 9 ocorrencias - 33.33 %
A2 - Acao/julgamento-toque arremetido
A3 - Falha de checagem/monitoracao
A5 - Mal julgamento cond.metereologicas
A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC
A8 - Erro de diagnostico

EDGARD TESE apendice E.txt

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 - 3.70 %
A13 - Outros erros da tripulacao

* * * * *

Componentes por perspectiva de erro no cockpit (segundo Dekker)
num registros selecionados - 27 incluindo aeromedicos- 45

Nao houve = 7 ocorrencias- 25.93 %
A0 - Nenhuma acao errada cockpit 3
A14 - Problema que impede acao do piloto 4

erro SISTEMICO= 10 ocorrencias- 37.04 %
A1 - Comandos errados 1
A4 - Falha de recuperacao em perda 0
A11 - Erro de procedimento 7
A12 - Erro de acao 2

Erro COGNITIVO= 9 ocorrencias- 33.33 %
A2 - Acao/julgamento-toque arremetido 0
A3 - Falha de checagem/monitoracao 3
A5 - Mal julgamento cond.metereologicas 2
A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC 2
A7 - Erro de informacao 0
A8 - Erro de diagnostico 1
A9 - Erro de meta 0
A10 - Erro de estrategia 1

Influencia AEROMEDICA/PSICOSOCIAL na amostra:

A15- origem aeromedica/psicosocial 18
18 ocorrencias em 45 = 40.00 % -> incluindo componente A15 na amostra
18 ocorrencias em 27 = 66.67 % -> excluindo componente A15 na amostra

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 1 ocorrencias- 2.22 %
A13 - Outros erros da tripulacao 1

Vetores trabalho e agravos de saude na amostra:

vetor saude: 18
18 ocorrencias em 27 = 66.67 %

Vetor trabalho: 27
27 ocorrencias em 27 =100.00 %

Vetores participacao do piloto na amostra:

Participacao (PODE TER) direta do piloto: 0
0 ocorrencias em 27 = 0.00 %

SEM parcipacao direta do piloto: 7
7 ocorrencias em 27 = 25.93 %

Participacao JUSTIFICADA do piloto: 20
20 ocorrencias em 27 = 74.07 %

Sem avaliacao da participacao do piloto: 0
0 ocorrencias em 27 = 0.00 %

Vetores de correlacao deste processamento:

todos erros ergonomicos B**

CORR. COM VETOR TRABALHO

* * * *

Ocorrencias: com visibilidade 12 - 44.44 % sem visib.- 15 - 55.56 %

REP 37

Indicios ergonomicos- indicios cadeia erros filtros- nenhum

TODO PERIODO

TOT-I3 -Insegurança ou Confusão	:	6	3.33%
TOT-I4 -Violando os Minimos	:	8	4.44%
TOT-I5 -Procedimentos Irregulares/ mal elaborados	:	16	8.89%
TOT-I7 -Ninguem olhando para fora	:	1	0.56%
TOT-I8 -Incapacidade de atingir objetivos	:	4	2.22%
TOT-O8 -Incapacidade de atingir objetivos	:	1	0.56%
TOT-I8 -Incapacidade de atingir objetivos	:	58	32.22%
TOT-I9 -Discrepancias nao resolvidas	:	1	0.56%
TOT-I10-Abandono de procedimentos padronizados de operacao	:	17	9.44%
TOT-I11-Solucoes nao previstas operacionalmente	:	42	23.33%
TOT-I12-Insuficiencia informacoes p/acoes no cockpit	:	26	14.44%
Total registros=		180	

Selecionado periodo : decadas de 1940 a 1979

TOT-I3 -Insegurança ou Confusão	:	3	6.98%
TOT-I4 -Violando os Minimos	:	1	2.33%
TOT-I5 -Procedimentos Irregulares/ mal elaborados	:	3	6.98%
TOT-I8 -Incapacidade de atingir objetivos	:	17	39.53%
TOT-I9 -Discrepancias nao resolvidas	:	1	2.33%
TOT-I10-Abandono de procedimentos padronizados de operacao	:	2	4.65%
TOT-I11-Solucoes nao previstas operacionalmente	:	10	23.26%
TOT-I12-Insuficiencia informacoes p/acoes no cockpit	:	6	13.95%
Total registros=		43	

Selecionado periodo : decadas de 1980 a 2010

TOT-I3 -Insegurança ou Confusão	:	3	2.19%
TOT-I4 -Violando os Minimos	:	7	5.11%
TOT-I5 -Procedimentos Irregulares/ mal elaborados	:	13	9.49%
TOT-I7 -Ninguem olhando para fora	:	1	0.73%
TOT-I8 -Incapacidade de atingir objetivos	:	46	33.58%
TOT-I10-Abandono de procedimentos padronizados de operacao	:	15	10.95%
TOT-I11-Solucoes nao previstas operacionalmente	:	32	23.36%
TOT-I12-Insuficiencia informacoes p/acoes no cockpit	:	20	14.60%
Total registros=		137	

REP 38- ESTRESSE COM VETOR TRABALHO - TODO PERIODO.TXT

Correlacao de indices - componentes com indicios ergonomicos
ergo:B5 sde: trb:S

**confusao toque aremetido erro na decol.turno trab. mal feito
Descricao: Fadiga e problema de visao- probl corporativo- turno de
trabalho gerando sobrecarga

Codigo- 12 Fase-Pouso Ocorrencia cockpit-A6 -Mal julgmt.o.altit.visib.DES

Vetor trabalho: (sim) saude: (sim)

A15- ocorrencia de origem aeromedica / psicossocial

Fabric.-BOEING Tipo-grande Piloto experiente(S/N)-S idade-55

Indicios de cadeia de erros (FAA):

I8 -Incapacidade de atingir objetivos

Causalidade (CENIPA):

C7 -Pouso/decolagem-erro veloc.,comand.travados,configuracao

Vetor trabalho: (sim) saude: (sim)

Indicios ergonomicos:

B5 -Estresse

B7 -Fadiga e problemas fisiologicos/ Disturbios fisiologic

---> Piloto participou. Existe(m) justificativa(s): (J)

**excesso peso gelo-decisao decolar errada devido a fadiga

Descricao: estol ao recolher os flaps com excesso de peso e gelo- decis
ao errada de decolar por cansaco e fadiga

Codigo- 26 Fase-Subida Ocorrencia cockpit-A13-Outros erros da tripulacao

Vetor trabalho: (sim) saude: (sim)

A15- ocorrencia de origem aeromedica / psicossocial

Fabric.-CESSNA Tipo-medio Piloto experiente(S/N)- idade-

Indicios de cadeia de erros (FAA):

I4 -Violando os Minimos

Causalidade (CENIPA):

C7 -Pouso/decolagem-erro veloc.,comand.travados,configuracao

Vetor trabalho: (sim) saude: (sim)

Indicios ergonomicos:

B5 -Estresse

B7 -Fadiga e problemas fisiologicos/ Disturbios fisiologic

---> Piloto participou. Existe(m) justificativa(s): (J)

**falha de monitoracao e procedimento-fadiga e falta descanso

Descricao: falha de monitoracao de altitude a noite erro de aproximacao
devido a fadiga e pouco descanso- falha de treinamento

Codigo- 27 Fase-Aproximacao Ocorrencia cockpit-A3 -Falha de checagem/monitorac

Vetor trabalho: (sim) saude: (sim)

A15- ocorrencia de origem aeromedica / psicossocial

Fabric.-BOEING Tipo-grande Piloto experiente(S/N)- idade-

Indicios de cadeia de erros (FAA):

I8 -Incapacidade de atingir objetivos

Causalidade (CENIPA):

C5 -Tripulacao-Drogas,alc.,cond.mental,regul.,cansaco/fadiga

Vetor trabalho: (sim) saude: (sim)

Indicios ergonomicos:

B5 -Estresse

B11-Treinamento inapropriado /Treinamento deficiente

---> Piloto participou. Existe(m) justificativa(s): (J)

**pouso sem visibilidade-asa direita bate chao-fadiga

Descricao: choque asa na pista seguido fogo no pouso- fadiga - ma visib
ilidade

Codigo- 28 Fase-Pouso Ocorrencia cockpit-A6 -Mal julgmt.o.altit.visib.DES

Vetor trabalho: (sim) saude: (sim)

A15- ocorrencia de origem aeromedica / psicossocial

Fabric.-ILYUSHIN Tipo-grande Piloto experiente(S/N)- idade-

Indicios de cadeia de erros (FAA):

I4 -Violando os Minimos

Causalidade (CENIPA):

C5 -Tripulacao-Drogas,alc.,cond.mental,regul.,cansaco/fadiga

Vetor trabalho: (sim) saude: (sim)
 Indicios ergonomicos:
 B5 -Estresse
 B7 -Fadiga e problemas fisiologicos/ Disturbios fisiologic
 ---> Piloto participou. Existe(m) justificativa(s): (J)
 **pouso com chuva - toque na agua seguido de queda-fadiga
 Descricao: pouso com chuva - toque da roda perto da pista seguido de queda-fadiga
 eda- fadiga- excesso pelo padrao BRASIL- normal LUFTHANSA
 Codigo- 29 Fase-Pouso Ocorrencia cockpit-A6 -Mal julgto.altit.visib.DES
 Vetor trabalho: (sim) saude: (sim)
 A15- ocorrencia de origem aeromedica / psicossocial
 Fabric.-LOCKHEED Tipo-grande Piloto experiente(S/N)- idade-
 Indicios de cadeia de erros (FAA):
 I8 -Incapacidade de atingir objetivos
 Causalidade (CENIPA):
 C18-Problemas corporativos-normas nao apropriadas
 Vetor trabalho: (sim) saude: (sim)
 Indicios ergonomicos:
 B5 -Estresse
 B7 -Fadiga e problemas fisiologicos/ Disturbios fisiologic
 ---> Piloto participou. Existe(m) justificativa(s): (J)
 motivo-->C18-Problemas corporativos-normas nao apropriadas

**falta monitoracao motor- falha e queda-fadiga 23 horas voand
 Descricao: procedimentos errados na mistura-falha motor-perda e queda-2
 fadiga- 23 horas voando
 Codigo- 30 Fase-Cruzeiro Ocorrencia cockpit-A3 -Falha de checagem/monitorac
 Vetor trabalho: (sim) saude: (sim)
 A15- ocorrencia de origem aeromedica / psicossocial
 Fabric.-DOUGLAS Tipo-grande Piloto experiente(S/N)- idade-
 Indicios de cadeia de erros (FAA):
 I5 -Procedimentos Irregulares/ mal elaborados
 Causalidade (CENIPA):
 C5 -Tripulacao-Drogas,alc.,cond.mental,regul.,cansaco/fadiga
 Vetor trabalho: (sim) saude: (sim)
 Indicios ergonomicos:
 B5 -Estresse
 B7 -Fadiga e problemas fisiologicos/ Disturbios fisiologic
 ---> Piloto participou. Existe(m) justificativa(s): (J)

**descida progressiva ate choque montanha- fadiga
 Descricao: descida progressiva monitorada pelo atc-ate choque montanha
 fadiga descanso insuficiente
 Codigo- 31 Fase-Cruzeiro Ocorrencia cockpit-A3 -Falha de checagem/monitorac
 Vetor trabalho: (sim) saude: (sim)
 A15- ocorrencia de origem aeromedica / psicossocial
 Fabric.-CESSNA Tipo-medio Piloto experiente(S/N)- idade-
 Indicios de cadeia de erros (FAA):
 I5 -Procedimentos Irregulares/ mal elaborados
 Causalidade (CENIPA):
 C5 -Tripulacao-Drogas,alc.,cond.mental,regul.,cansaco/fadiga
 Vetor trabalho: (sim) saude: (sim)
 Indicios ergonomicos:
 B5 -Estresse
 B7 -Fadiga e problemas fisiologicos/ Disturbios fisiologic
 ---> Piloto participou. Existe(m) justificativa(s): (J)

**angulo descida errado motor falhando ate choque- fadiga-nave
 Descricao: Ma visibil. motor falhando-angulo descida errado-fadiga- ch
 oque nas arvores e queda- erro navegacao
 Codigo- 36 Fase-Aproximacao Ocorrencia cockpit-A11-Erro de procedimento
 Vetor trabalho: (sim) saude: (sim)
 A15- ocorrencia de origem aeromedica / psicossocial
 Fabric.-SWARINGE Tipo-grande Piloto experiente(S/N)- idade-
 Indicios de cadeia de erros (FAA):
 I10-Abandono de procedimentos padronizados de operacao
 Causalidade (CENIPA):
 C4 -Fatores externos, graves prob.metereologicos, raio
 Vetor trabalho: (sim) saude: (sim)

Indicios ergonomicos:

B5 -Estresse
 B12-Erro mecanico/manutencao falha dispositivos/instrument
 ---> SEM contribuicao direta do piloto (N)

****erro de procedimento no pouso- estol e queda- fadiga**

Descricao: erro atitude- estol de asa e choque-fadiga e pouco descanso
 Codigo- 58 Fase-Descida Ocorrencia cockpit-A11-Erro de procedimento
 Vetor trabalho: (sim) saude: (sim)

A15- ocorrencia de origem aeromedica / psicossocial
 Fabric.-DOUGLAS Tipo-grande Piloto experiente(S/N)- idade-
 Indicios de cadeia de erros (FAA):
 I5 -Procedimentos Irregulares/ mal elaborados

Causalidade (CENIPA):
 C5 -Tripulacao-Drogas,alc.,cond.mental,regul.,cansaco/fadiga
 Vetor trabalho: (sim) saude: (sim)

Indicios ergonomicos:

B5 -Estresse
 B7 -Fadiga e problemas fisiologicos/ Disturbios fisiologic
 ---> Piloto participou. Existe(m) justificativa(s): (J)

****queda apos decolagem- desorientacao- fadiga**

Descricao: incapacidade de manter subida, desorientacao, fadiga-noite
 Codigo- 59 Fase-Subida Ocorrencia cockpit-A11-Erro de procedimento
 Vetor trabalho: (sim) saude: (sim)

A15- ocorrencia de origem aeromedica / psicossocial
 Fabric.-MORANE Tipo-pequeno Piloto experiente(S/N)- idade-
 Indicios de cadeia de erros (FAA):
 I5 -Procedimentos Irregulares/ mal elaborados

Causalidade (CENIPA):
 C5 -Tripulacao-Drogas,alc.,cond.mental,regul.,cansaco/fadiga
 Vetor trabalho: (sim) saude: (sim)

Indicios ergonomicos:

B5 -Estresse
 B7 -Fadiga e problemas fisiologicos/ Disturbios fisiologic
 ---> Piloto participou. Existe(m) justificativa(s): (J)

****tripulacao nao ajustou altimetro -queda -fadiga**

Descricao: tripulacao n ajustou altimetro-descida ate'choque arvores e
 montanha- fadiga- ma' visibilidade
 Codigo- 60 Fase-Aproximacao Ocorrencia cockpit-A3 -Falha de checagem/monitorac

Vetor trabalho: (sim) saude: (sim)
 A15- ocorrencia de origem aeromedica / psicossocial
 Fabric.-LET Tipo-grande Piloto experiente(S/N)- idade-
 Indicios de cadeia de erros (FAA):
 I5 -Procedimentos Irregulares/ mal elaborados

Causalidade (CENIPA):
 C5 -Tripulacao-Drogas,alc.,cond.mental,regul.,cansaco/fadiga
 Vetor trabalho: (sim) saude: (sim)

Indicios ergonomicos:

B5 -Estresse
 B7 -Fadiga e problemas fisiologicos/ Disturbios fisiologic
 ---> Piloto participou. Existe(m) justificativa(s): (J)

****descida condicoes perigosas aprox.-regulamento ruim-fadiga**

Descricao: descida a condicoes visibilidade na aprox.-regulament mau fo
 rmulado-choque terra-ma'visibilidaded-fadiga-erro coletivo
 Codigo- 61 Fase-Aproximacao Ocorrencia cockpit-A3 -Falha de checagem/monitorac

Vetor trabalho: (sim) saude: (sim)
 A15- ocorrencia de origem aeromedica / psicossocial
 Fabric.-DOUGLAS Tipo-grande Piloto experiente(S/N)- idade-
 Indicios de cadeia de erros (FAA):
 I5 -Procedimentos Irregulares/ mal elaborados

Causalidade (CENIPA):
 C5 -Tripulacao-Drogas,alc.,cond.mental,regul.,cansaco/fadiga
 Vetor trabalho: (sim) saude: (sim)

Indicios ergonomicos:

B5 -Estresse
 B7 -Fadiga e problemas fisiologicos/ Disturbios fisiologic

B20-Erro coletivo (cockpit e/ou corporativo)

EDGARD TESE apendice E.txt

---> Piloto participou. Existe(m) justificativa(s): (J)
**falha 2 motores decolagem- queda mar- fadiga - noite
Descricao: falha motores 1 e 2 - perda sustentacao e queda no mar-ma'visibilidade-fatiga-
Codigo- 63 Fase-Decolagem Ocorrencia cockpit-A14-Problema que impede acao do
Vetor trabalho: (sim) saude: (sim)
A15- ocorrencia de origem aeromedica / psicossocial
Fabric.-DOUGLAS Tipo-grande Piloto experiente(S/N)- idade-
Indicios de cadeia de erros (FAA):
I11-Solucoes nao previstas operacionalmente
Causalidade (CENIPA):
C11-Condiçoes metereol.desfavoraveis/m visibilidade/noite
Vetor trabalho: (sim) saude: (sim)
Indicios ergonomicos:
B5 -Estresse
B7 -Fadiga e problemas fisiologicos/ Disturbios fisiologic
B12-Erro mecanico/manutencao falha dispositivos/instrument
---> SEM contribuicao direta do piloto (N)

**fadiga-ma visib.-pressao institucional-sobrecarga cognitiva
Descricao: fadiga-ma visib.-pressao institucional-sobrecarga cognitiva
Codigo-142 Fase- Ocorrencia cockpit-A5 -Mal julgamento cond.metereologicas
Vetor trabalho: (sim) saude: (sim)
A15- ocorrencia de origem aeromedica / psicossocial
Fabric.-AEROSPAC Tipo-medio Piloto experiente(S/N)-S idade-
Indicios de cadeia de erros (FAA):
I12-Insuficiencia informacoes p/acoes no cockpit
Causalidade (CENIPA):
C1 -Controle de trafego aereo e problemas de navegacao
Vetor trabalho: (sim) saude: (sim)
Indicios ergonomicos:
B5 -Estresse
B14-Sobrecarga emocional e / ou cognitiva
---> Piloto participou. Existe(m) justificativa(s): (J)
motivo-->I12-Insuficiencia informacoes p/acoes no cockpit

**pouso sem trem
Descricao: pouso sem trem
empresa força operaçao deficiente
Codigo-169 Fase-Pouso Ocorrencia cockpit-A11-Erro de procedimento
Vetor trabalho: (sim) saude: (sim)
A15- ocorrencia de origem aeromedica / psicossocial
Fabric.-DOUGLAS Tipo-grande Piloto experiente(S/N)-S idade-50
Indicios de cadeia de erros (FAA):
I10-Abandono de procedimentos padronizados de operacao
Causalidade (CENIPA):
C7 -Pouso/decolagem-erro veloc.,comand.travados,configuracao
Vetor trabalho: (sim) saude: (sim)
Indicios ergonomicos:
B5 -Estresse
B7 -Fadiga e problemas fisiologicos/ Disturbios fisiologic
B20-Erro coletivo (cockpit e/ou corporativo)
---> Piloto participou. Existe(m) justificativa(s): (J)

Total registros= 15

* * * *

Totais por focos de analise - Nucleo do algoritmo

* * * * *

Componentes por cada estagio de erro no cockpit (Nigel) 15

Nao houve = 1 ocorrencias - 6.67 %
A0 - Nenhuma acao errada cockpit
A14 - Problema que impede acao do piloto

EDGARD TESE apendice E.txt

Erro de Acao = 4 ocorrencias - 26.67 %
 A1 - Comandos errados
 A4 - Falha de recuperacao em perda
 A11 - Erro de procedimento
 A12 - Erro de acao

Erro de decisao= 9 ocorrencias - 60.00 %
 A2 - Acao/julgamento-toque arremetido
 A3 - Falha de checagem/monitoracao
 A5 - Mal julgamento cond.metereologicas
 A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC
 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 - 6.67 %
 A13 - Outros erros da tripulacao

* * * * *

Componentes por perspectiva de erro no cockpit (segundo Dekker)
 num registros selecionados - 15 incluindo aeromedicos- 30

Nao houve = 1 ocorrencias- 6.67 %
 A0 - Nenhuma acao errada cockpit 0
 A14 - Problema que impede acao do piloto 1

erro SISTEMICO= 4 ocorrencias- 26.67 %
 A1 - Comandos errados 0
 A4 - Falha de recuperacao em perda 0
 A11 - Erro de procedimento 4
 A12 - Erro de acao 0

Erro COGNITIVO= 9 ocorrencias- 60.00 %
 A2 - Acao/julgamento-toque arremetido 0
 A3 - Falha de checagem/monitoracao 5
 A5 - Mal julgamento cond.metereologicas 1
 A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC 3
 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 15
 15 ocorrencias em 30 = 50.00 % -> incluindo componente A15 na amostra
 15 ocorrencias em 15 =100.00 % -> excluindo componente A15 na amostra

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 1 ocorrencias- 3.33 %
 A13 - Outros erros da tripulacao 1

Vetores trabalho e agravos de saude na amostra:

vetor saude: 15
 15 ocorrencias em 15 =100.00 %

Vetor trabalho: 15
 15 ocorrencias em 15 =100.00 %

Vetores participacao do piloto na amostra:

Participacao (PODE TER) direta do piloto: 0
 0 ocorrencias em 15 = 0.00 %

SEM parcipacao direta do piloto: 2

EDGARD TESE apendice E.txt
2 ocorrencias em 15 = 13.33 %

Participacao JUSTIFICADA do piloto: 13
13 ocorrencias em 15 = 86.67 %

Sem avaliacao da participacao do piloto: 0
0 ocorrencias em 15 = 0.00 %

Vetores de correlacao deste processamento:

erro ergonômico:B5
CORR. COM VETOR TRABALHO

* * * *

Ocorrencias: com visibilidade 2 - 13.33 % sem visib.- 13 - 86.67 %

REP 39- ESTRESSE COM VETOR TRABALHO 40-79.TXT

Correlacao de indices - componentes com indicios ergonomicos
ergo:B5 sde: trb:S

Selecionado periodo : decadas de 1940 a 1979

Total registros= 6

* * * *

Totais por focos de analise - Nucleo do algoritmo

* * * * *

Componentes por cada estagio de erro no cockpit (Nigel) 6

Nao houve = 1 ocorrencias - 16.67 %
A0 - Nenhuma acao errada cockpit
A14 - Problema que impede acao do piloto

Erro de Acao = 0 ocorrencias - 0.00 %
A1 - Comandos errados
A4 - Falha de recuperacao em perda
A11 - Erro de procedimento
A12 - Erro de acao

Erro de decisao= 5 ocorrencias - 83.33 %
A2 - Acao/julgamento-toque arremetido
A3 - Falha de checagem/monitoracao
A5 - Mal julgamento cond.metereologicas
A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC
A8 - Erro de diagnostico
A9 - Erro de meta
A10 - Erro de estrategia

Erro de informacao = 0 ocorrencias - 0.00 %
A7 - Erro de informacao

EDGARD TESE apendice E.txt
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 - 6 incluindo aeromedicos- 12

Nao houve = 1 ocorrencias- 16.67 %
A0 - Nenhuma acao errada cockpit 0
A14 - Problema que impede acao do piloto 1

erro SISTEMICO= 0 ocorrencias- 0.00 %
A1 - Comandos errados 0
A4 - Falha de recuperacao em perda 0
A11 - Erro de procedimento 0
A12 - Erro de acao 0

Erro COGNITIVO= 5 ocorrencias- 83.33 %
A2 - Acao/julgamento-toque arremetido 0
A3 - Falha de checagem/monitoracao 3
A5 - Mal julgamento cond.metereologicas 0
A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC 2
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 6
6 ocorrencias em 12 = 50.00 % -> incluindo componente A15 na amostra
6 ocorrencias em 6 =100.00 % -> excluindo componente A15 na amostra

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 0 ocorrencias- 0.00 %
A13 - Outros erros da tripulacao 0

Vetores trabalho e agravos de saude na amostra:
vetor saude: 6
6 ocorrencias em 6 =100.00 %

Vetor trabalho: 6
6 ocorrencias em 6 =100.00 %

Vetores participacao do piloto na amostra:
Participacao (PODE TER) direta do piloto: 0
0 ocorrencias em 6 = 0.00 %

SEM parcipacao direta do piloto: 1
1 ocorrencias em 6 = 16.67 %

Participacao JUSTIFICADA do piloto: 5
5 ocorrencias em 6 = 83.33 %

Sem avaliacao da participacao do piloto: 0
0 ocorrencias em 6 = 0.00 %

Vetores de correlacao deste processamento:

erro ergonómico:B5
CORR. COM VETOR TRABALHO

* * * * *

Ocorrencias: com visibilidade 1 - 16.67 % sem visib.- 5 - 83.33 %

EDGARD TESE apendice E.txt

REP 40- ESTRESSE COM VETOR TRABALHO POS AUTOM.TXT

Correlacao de indices - componentes com indicios ergonomicos
ergo:B5 sde: trb:S

Selecionado periodo : decadas de 1980 a 2010

Total registros= 9

* * * *

Totais por focos de analise - Nucleo do algoritmo

* * * * *

Componentes por cada estagio de erro no cockpit (Nigel) 9

Nao houve = 0 ocorrencias - 0.00 %
A0 - Nenhuma acao errada cockpit
A14 - Problema que impede acao do piloto

Erro de Acao = 4 ocorrencias - 44.44 %
A1 - Comandos errados
A4 - Falha de recuperacao em perda
A11 - Erro de procedimento
A12 - Erro de acao

Erro de decisao= 4 ocorrencias - 44.44 %
A2 - Acao/julgamento-toque arremetido
A3 - Falha de checagem/monitoracao
A5 - Mal julgamento cond.metereologicas
A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC
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 - 11.11 %
A13 - Outros erros da tripulacao

* * * * *

Componentes por perspectiva de erro no cockpit (segundo Dekker)
num registros selecionados - 9 incluindo aeromedicos- 18

Nao houve = 0 ocorrencias- 0.00 %
A0 - Nenhuma acao errada cockpit 0
A14 - Problema que impede acao do piloto 0

erro SISTEMICO= 4 ocorrencias- 44.44 %
A1 - Comandos errados 0
A4 - Falha de recuperacao em perda 0
A11 - Erro de procedimento 4
A12 - Erro de acao 0

Erro COGNITIVO= 4 ocorrencias- 44.44 %

EDGARD TESE apendice E.txt
A2 - Acao/julgamento-toque arremetido 0
A3 - Falha de checagem/monitoracao 2
A5 - Mal julgamento cond.metereologicas 1
A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC 1
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 9
9 ocorrencias em 18 = 50.00 % -> incluindo componente A15 na amostra
9 ocorrencias em 9 =100.00 % -> excluindo componente A15 na amostra

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 1 ocorrencias- 5.56 %
A13 - Outros erros da tripulacao 1

Vetores trabalho e agravos de saude na amostra:

vetor saude: 9
9 ocorrencias em 9 =100.00 %

Vetor trabalho: 9
9 ocorrencias em 9 =100.00 %

Vetores participacao do piloto na amostra:

Participacao (PODE TER) direta do piloto: 0
0 ocorrencias em 9 = 0.00 %

SEM parcipacao direta do piloto: 1
1 ocorrencias em 9 = 11.11 %

Participacao JUSTIFICADA do piloto: 8
8 ocorrencias em 9 = 88.89 %

Sem avaliacao da participacao do piloto: 0
0 ocorrencias em 9 = 0.00 %

Vetores de correlacao deste processamento:

erro ergonomico:B5
CORR. COM VETOR TRABALHO

* * * *
Ocorrencias: com visibilidade 1 - 11.11 % sem visib.- 8 - 88.89 %
%□

REP 41- ESTRESSE fadiga psico todo periodo

Indexada por erro ergonomico-totais-sintetico - aberta por fatores ergonomicos

B5 * Tot-Estresse : 20= 35.09%
B7 * Tot-Fadiga e problemas fisiologicos/ Disturbios fisiologic: 31= 54.39%
B8 * Tot-Problemas psicologicos e emocionais : 6= 10.53%
* * * * *

Total registros= 57

* * * *

Totais por focos de analise - Nucleo do algoritmo

* * * * *

Componentes por cada estagio de erro no cockpit (Nigel) 57

Nao houve = 9 ocorrencias - 15.79 %
 A0 - Nenhuma acao errada cockpit
 A14 - Problema que impede acao do piloto

Erro de Acao = 21 ocorrencias - 36.84 %
 A1 - Comandos errados
 A4 - Falha de recuperacao em perda
 A11 - Erro de procedimento
 A12 - Erro de acao

Erro de decisao= 25 ocorrencias - 43.86 %
 A2 - Acao/julgamento-toque arremetido
 A3 - Falha de checagem/monitoracao
 A5 - Mal julgamento cond.metereologicas
 A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC
 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 = 2 ocorrencias - 3.51 %
 A13 - Outros erros da tripulacao

* * * * *

Componentes por perspectiva de erro no cockpit (segundo Dekker)
 num registros selecionados - 57 incluindo aeromedicos-110

Nao houve = 9 ocorrencias- 15.79 %
 A0 - Nenhuma acao errada cockpit 0
 A14 - Problema que impede acao do piloto 9

erro SISTEMICO= 21 ocorrencias- 36.84 %
 A1 - Comandos errados 2
 A4 - Falha de recuperacao em perda 2
 A11 - Erro de procedimento 15
 A12 - Erro de acao 2

Erro COGNITIVO= 25 ocorrencias- 43.86 %
 A2 - Acao/julgamento-toque arremetido 0
 A3 - Falha de checagem/monitoracao 12
 A5 - Mal julgamento cond.metereologicas 3
 A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC 8
 A7 - Erro de informacao 0
 A8 - Erro de diagnostico 0
 A9 - Erro de meta 0
 A10 - Erro de estrategia 2

Influencia AEROMEDICA/PSICOSOCIAL na amostra:

A15- origem aeromedica/psicosocial 53
 53 ocorrencias em 110 = 48.18 % -> incluindo componente A15 na amostra
 53 ocorrencias em 57 = 92.98 % -> excluindo componente A15 na amostra

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 2 ocorrencias- 1.82 %
 A13 - Outros erros da tripulacao 2

EDGARD TESE apendice E.txt

Vetores trabalho e agravos de saude na amostra:

vetor saude: 56
56 ocorrencias em 57 = 98.25 %

Vetor trabalho: 41
41 ocorrencias em 57 = 71.93 %

Vetores participacao do piloto na amostra:

Participacao (PODE TER) direta do piloto: 13
13 ocorrencias em 57 = 22.81 %

SEM parcipacao direta do piloto: 6
6 ocorrencias em 57 = 10.53 %

Participacao JUSTIFICADA do piloto: 38
38 ocorrencias em 57 = 66.67 %

Sem avaliacao da participacao do piloto: 13
13 ocorrencias em 57 = 22.81 %

* * * *

Ocorrencias: com visibilidade 22 - 38.60 % sem visib.- 35 - 61.40 %

REP 42- ESTRESSE fadiga psico 40-79

Indexada por erro ergonomico-totais-sintetico - aberta por fatores ergonomicos

Selecionado periodo : decadas de 1940 a 1979

B5 * Tot-Estresse : 7= 41.18%

B7 * Tot-Fadiga e problemas fisiologicos/ Disturbios fisiologic: 10= 58.82%

* * * * *

Total registros= 17

* * * *

Totais por focos de analise - Nucleo do algoritmo

* * * * *

Componentes por cada estagio de erro no cockpit (Nigel) 17

Nao houve = 6 ocorrencias - 35.29 %
A0 - Nenhuma acao errada cockpit
A14 - Problema que impede acao do piloto

Erro de Acao = 2 ocorrencias - 11.76 %
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

EDGARD TESE apendice E.txt

- A5 - Mal julgamento cond.metereologicas
- A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC
- 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 - 17 incluindo aeromedicos- 33

Nao houve = 6 ocorrencias- 35.29 %
 A0 - Nenhuma acao errada cockpit 0
 A14 - Problema que impede acao do piloto 6

erro SISTEMICO= 2 ocorrencias- 11.76 %
 A1 - Comandos errados 0
 A4 - Falha de recuperacao em perda 0
 A11 - Erro de procedimento 2
 A12 - Erro de acao 0

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 julgmtto.altit.visib.DESORIENTC 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 16
 16 ocorrencias em 33 = 48.48 % -> incluindo componente A15 na amostra
 16 ocorrencias em 17 = 94.12 % -> excluindo componente A15 na amostra

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 0 ocorrencias- 0.00 %
 A13 - Outros erros da tripulacao 0

Vetores trabalho e agravos de saude na amostra:
 vetor saude: 16
 16 ocorrencias em 17 = 94.12 %

Vetor trabalho: 14
 14 ocorrencias em 17 = 82.35 %

Vetores participacao do piloto na amostra:
 Participacao (PODE TER) direta do piloto: 1
 1 ocorrencias em 17 = 5.88 %

SEM parcipacao direta do piloto: 4
 4 ocorrencias em 17 = 23.53 %

Participacao JUSTIFICADA do piloto: 12
 12 ocorrencias em 17 = 70.59 %

Sem avaliacao da participacao do piloto: 1
 1 ocorrencias em 17 = 5.88 %

* * * * *

Ocorrencias: com visibilidade 5 - 29.41 % sem visib.- 12 - 70.59 %

REP 43- ESTRESSE fadiga psico automa (80-)

Indexada por erro ergonómico-totais-sintético - aberta por fatores ergonómicos

Selecionado período : décadas de 1980 a 2010

B5 * Tot-Estresse : 13= 32.50%
 B7 * Tot-Fadiga e problemas fisiológicos/ Distúrbios fisiológicos: 21= 52.50%
 B8 * Tot-Problemas psicológicos e emocionais : 6= 15.00%
 * * * * *

Total registros= 40

* * * *

Totais por focos de análise - Núcleo do algoritmo

* * * * *

Componentes por cada estágio de erro no cockpit (Nigel) 40

Não houve = 3 ocorrências - 7.50 %
 A0 - Nenhuma ação errada cockpit
 A14 - Problema que impede ação do piloto

Erro de Ação = 19 ocorrências - 47.50 %
 A1 - Comandos errados
 A4 - Falha de recuperação em perda
 A11 - Erro de procedimento
 A12 - Erro de ação

Erro de decisão= 16 ocorrências - 40.00 %
 A2 - Ação/julgamento-toque arremetido
 A3 - Falha de checagem/monitoração
 A5 - Mal julgamento cond.metereológicas
 A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC
 A8 - Erro de diagnóstico
 A9 - Erro de meta
 A10 - Erro de estratégia

Erro de informação = 0 ocorrências - 0.00 %
 A7 - Erro de informação

Erro a avaliar ou sem avaliação = 2 ocorrências - 5.00 %
 A13 - Outros erros da tripulação

* * * * *

Componentes por perspectiva de erro no cockpit (segundo Dekker)
 num registros selecionados - 40 incluindo aeromédicos- 77

Não houve = 3 ocorrências- 7.50 %
 A0 - Nenhuma ação errada cockpit 0
 A14 - Problema que impede ação do piloto 3

EDGARD TESE apendice E.txt

erro SISTEMICO= 19 ocorrencias- 47.50 %
 A1 - Comandos errados 2
 A4 - Falha de recuperacao em perda 2
 A11 - Erro de procedimento 13
 A12 - Erro de acao 2

Erro COGNITIVO= 16 ocorrencias- 40.00 %
 A2 - Acao/julgamento-toque arremetido 0
 A3 - Falha de checagem/monitoracao 7
 A5 - Mal julgamento cond.metereologicas 3
 A6 - Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC 4
 A7 - Erro de informacao 0
 A8 - Erro de diagnostico 0
 A9 - Erro de meta 0
 A10 - Erro de estrategia 2

Influencia AEROMEDICA/PSICOSOCIAL na amostra:
 A15- origem aeromedica/psicosocial 37
 37 ocorrencias em 77 = 48.05 % -> incluindo componente A15 na amostra
 37 ocorrencias em 40 = 92.50 % -> excluindo componente A15 na amostra

Erro a avaliar ou sem avaliacao = 2 ocorrencias- 2.60 %
 A13 - Outros erros da tripulacao 2

Vetores trabalho e agravos de saude na amostra:
 vetor saude: 40
 40 ocorrencias em 40 =100.00 %

Vetor trabalho: 27
 27 ocorrencias em 40 = 67.50 %

Vetores participacao do piloto na amostra:
 Participacao (PODE TER) direta do piloto: 12
 12 ocorrencias em 40 = 30.00 %

SEM parcipacao direta do piloto: 2
 2 ocorrencias em 40 = 5.00 %

Participacao JUSTIFICADA do piloto: 26
 26 ocorrencias em 40 = 65.00 %

Sem avaliacao da participacao do piloto: 12
 12 ocorrencias em 40 = 30.00 %

* * * *
 Ocorrencias: com visibilidade 17 - 42.50 % sem visib.- 23 - 57.50 %

REP 44

Categorização Nagel (1988)
 Todo período 1940-1979 Automação
 1980-2010

A0	Nenhuma acao errada cockpit	Nenhum erro cockpit	15,56	9.30
17,52				
A14	Problema que impede acao do piloto	Nenhum erro cockpit	19,44	
32,56	15,33			
A1	Comandos errados	Ação 3,33	0	4,38

		EDGARD TESE	apendice	E.txt			
A4	Falha de recuperacao em perda	Ação	1,67	0	2,19		
A11	Erro de procedimento	Ação	18,89	16,28	19,71		
A12	Erro de acao	Ação	1,67	2,33	1,46		
A2	Acao/julgamento-toque arremetido	Decisão	0	0	0		
A3	Falha de checagem/monitoracao	Decisão	9,44	9,30	9,49		
A5	Mal julgamento cond.metereologicas	Decisão	2,78	0	3,65		
A6	Mal julgamento altitude e visibil.	Decisão	8,33	6,98	8,76		
A8	Erro de diagnostico	Decisão	5,0	9,30	3,65		
A9	Erro de meta	Decisão	0	0	0		
A10	Erro de estrategia	Decisão	1,67	0	2,19		
A13	Outros erros da tripulacao	Decisão	0,56	0	0,73		
A7	Erro de informacao	Informação	11,67	13,95	10,95		

REP 45- OCORRENCIAS NO COCKPIT

REP 44- OCORRENCIAS NO COCKPIT

Indicios ergonomicos- ocorrencias cockpit

TODO PERÍODO

** TOT-A0 -Nenhuma acao errada cockpit	: 28	perc s/total=	15.56 %
** TOT-A1 -Comandos errados	: 6	perc s/total=	3.33 %
** TOT-A3 -Falha de checagem/monitoracao	: 17	perc s/total=	9.44 %
** TOT-A4 -Falha de recuperacao em perda	: 3	perc s/total=	1.67 %
** TOT-A5 -Mal julgamento cond.metereologicas:	5	perc s/total=	2.78 %
** TOT-A6 -Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC:	15	perc s/total=	8.33 %
** TOT-A7 -Erro de informacao	: 21	perc s/total=	11.67 %
** TOT-A8 -Erro de diagnostico	: 9	perc s/total=	5.00 %
** TOT-A10-Erro de estrategia	: 3	perc s/total=	1.67 %
** TOT-A11-Erro de procedimento	: 34	perc s/total=	18.89 %
** TOT-A12-Erro de acao	: 3	perc s/total=	1.67 %
** TOT-A13-Outros erros da tripulacao	: 1	perc s/total=	0.56 %
** TOT-A14-Problema que impede acao do piloto:	35	perc s/total=	19.44 %
Total registros=	180		

Selecionado periodo : decadas de 1940 a 1979

** TOT-A0 -Nenhuma acao errada cockpit	: 4	perc s/total=	9.30 %
** TOT-A3 -Falha de checagem/monitoracao	: 4	perc s/total=	9.30 %
** TOT-A6 -Mal julgmtto.altit.visib.DESORIENTC:	3	perc s/total=	6.98 %
** TOT-A7 -Erro de informacao	: 6	perc s/total=	13.95 %
** TOT-A8 -Erro de diagnostico	: 4	perc s/total=	9.30 %
** TOT-A11-Erro de procedimento	: 7	perc s/total=	16.28 %
** TOT-A12-Erro de acao	: 1	perc s/total=	2.33 %
** TOT-A14-Problema que impede acao do piloto:	14	perc s/total=	32.56 %
Total registros=	43		

Selecionado periodo : decadas de 1980 a 2010

** TOT-A0 -Nenhuma acao errada cockpit	: 24	perc s/total=	17.52 %
** TOT-A1 -Comandos errados	: 6	perc s/total=	4.38 %
** TOT-A3 -Falha de checagem/monitoracao	: 13	perc s/total=	9.49 %


```

EDGARD TESE apendice E.txt
** TOT-A4 -Falha de recuperacao em perda      : 3 perc s/total= 2.19 %
** TOT-A5 -Mal julgamento cond.metereologicas: 5 perc s/total= 3.65 %
** TOT-A6 -Mal julgnto.altit.visib.DESORIENTC: 12 perc s/total= 8.76 %
** TOT-A7 -Erro de informacao                 : 15 perc s/total= 10.95 %
** TOT-A8 -Erro de diagnostico                : 5 perc s/total= 3.65 %
** TOT-A10-Erro de estrategia                 : 3 perc s/total= 2.19 %
** TOT-A11-Erro de procedimento               : 27 perc s/total= 19.71 %
** TOT-A12-Erro de acao                       : 2 perc s/total= 1.46 %
** TOT-A13-Outros erros da tripulacao         : 1 perc s/total= 0.73 %
** TOT-A14-Problema que impede acao do piloto: 21 perc s/total= 15.33 %
Total registros= 137

```