

**DIRETOR**

*Brig Ar José Pompeu dos Magalhães  
Brasil Filho*

**EDITOR CIENTÍFICO**

*Maj Av Felipe Koeller Rodrigues Vieira*

**EDITORA GERENTE**

*Ten Bib Ana Izabel Batista da Silva*

**CONSELHO EDITORIAL**

*Jorge Kersul Filho*

*Donizeti de Andrade*

*Eduardo Serra Negra Camerini*

*Elizeth Tavares de Lacerda*

*Elones Fernando Ribeiro*

*Getúlio Marques Martins*

*Lucia Helena Salgado e Silva*

*Paulo Henrique Mendonça Rodrigues*

*Selma Leal de Oliveira Ribeiro*

**CONSELHO CIENTÍFICO**

*Alexandre Anselmo Lima*

*Carlos Alberto de Mattos Bento*

*Cloer Vescia Alves*

*Eder Henriqson*

*Flavio Antonio Coimbra Mendonça*

*Franz Luiz Matheus*

*Guilherme Noro*

*Jocelyn Santos dos Reis*

*Luiz Claudio Lupoli*

*Luiz Claudio Magalhães Bastos*

*Márcia Fajer*

*Márcia Regina Molinari Barreto*

*Marcos Eugênio de Abreu*

*Marcus Araujo Costa*

*Maurício Franklin Pontes*

*Péricles Gil Canhetti Mondin*

*Raul Souza*

*Ricardo Gakiya Kanashiro*

*Roberto Stolt*

*Romildo Moreira*

*Sebastião Gilberti Maia Cavali*

*Sérgio Quito*

*Vanessa Vieira Dias*

**REVISÃO DE TEXTO**

*Luiz Nelson Marcelino Dias*

*Luiz Serra*

**CAPA**

*Flávio Ferreira dos Santos*

**EDITORIAL**

Prezados leitores:

Com o lançamento deste primeiro número do volume dois, a Revista Conexão SIPAER entra no seu segundo ano de publicação. Este marco singular pode parecer para muitos como sendo efêmero e merecedor de pouca comemoração. De fato, em outros ramos da ciência, uma publicação científica completar um ano não é um feito normalmente notado pela comunidade. No ramo das Ciências Aeronáuticas, porém, é revelador por alguns aspectos interessantes: a existência de artigos que tratam de diversos assuntos correlacionados com a investigação e a prevenção de acidentes e a origem dos autores, fonte das pesquisas divulgadas.

Quando nasceu este projeto, muitas vozes ecoaram a mesma pergunta: haverá assunto a ser abordado de forma científica dentro da linha editorial adotada? A isto já podemos responder que sim. Revendo os três números que formam o primeiro volume da nossa revista observamos que foram submetidos, e publicados, artigos de qualidade inquestionável tratando de assuntos tão interessantes quanto o uso de imagens para determinar parâmetros de voo em investigações de acidentes aeronáuticos (BARBOZA, vol. 1, n.2) e tão diversos quanto a análise laboratorial de falhas em componentes de aeronaves (FRANCO et al., vol 1, n.3). Junto a estes dois exemplos existem artigos que tratam de medicina aeroespacial, fadiga, fisiologia, estresse, gerenciamento, perigo aviário, epistemologia das Ciências Aeronáuticas, questões jurídicas a respeito da criminalização dos acidentes, aerodinâmica, manutenção, aviação agrícola, fatores humanos e muitos outros.

A outra constatação interessante pode ser abordada pela ótica da sociologia da ciência e vem responder à segunda pergunta tantas vezes realizada: onde são efetuadas as pesquisas científicas no âmbito das Ciências Aeronáuticas no Brasil? Um olhar mais cuidadoso no rodapé da primeira página de cada artigo poderá observar o currículo dos autores. São aviadores, médicos, engenheiros, psicólogos, biólogos, administradores de empresas aéreas e de aeroportos, mantenedores, controladores de tráfego aéreo, professores universitários e pesquisadores de outras profissões, civis e militares, de origem operacional e acadêmica, que têm submetido os textos publicados. Oriundos das mais diversas partes do nosso país, de norte a sul, de leste a oeste, são uma demonstração presente de que o conhecimento existe e está sendo constantemente produzido em todos os lugares por onde se voa e onde se pesquisa o voo.

A visão de que a prevenção de acidentes aeronáuticos pode (e deve) ser feita através da comunicação científica está se concretizando. Este periódico, que tem por objetivo servir à sociedade brasileira e mundial como uma ferramenta de gestão do conhecimento em prol da segurança de voo, permanecerá sendo publicado em caráter permanente. Este objetivo só é possível de ser alcançado devido à colaboração dos autores, dos pareceristas, dos membros da equipe editorial e dos Conselhos Editorial e Científico. A todos vocês, o nosso agradecimento.

O CENIPA – Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos e a equipe editorial da Revista Conexão SIPAER oferecem a vocês, leitores, mais uma edição. Aproveitem a leitura.

Saudações SIPAER!

Felipe Koeller Rodrigues Vieira - M.Sc.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Major Aviador da Força Aérea Brasileira, instrutor de voo em avião e helicóptero, investigador sênior de acidentes aeronáuticos do SERIPA III, no Rio de Janeiro – RJ, Bacharel em Ciências Aeronáuticas com Habilitação em Aviação Militar pela Academia da Força Aérea (1997) e Mestre em Ciências da Museologia e do Patrimônio pela Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (2009). Atualmente cursa Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes da COPPE/UFRJ e exerce a função de Editor Científico da Revista Conexão SIPAER. felipekoeller@yahoo.com.br.

## SUMÁRIO

### **EDITORIAL**

- Editorial (1-2)  
*Felipe Koeller Rodrigues Vieira*
- Palavras de abertura do Seminário Internacional de Segurança em Sistemas Tecnológicos Complexos (4-8)  
*Elones Fernando Ribeiro*

### **ARTIGOS CIENTÍFICOS**

- Gestão da segurança operacional: impacto na prevenção de acidentes aeronáuticos (9-34)  
*Rufino Antonio da Silva Ferreira*
- Fisiologia da fadiga, suas implicações na saúde do aviador e na segurança na aviação (35-57)  
*Luciene Conte Kube*
- O impacto psicológico causado por um evento traumático na atividade de controle de tráfego aéreo (58-96)  
*Renata Luiz Moreira da Silva, Cássia Millene Pimenta Pereira Rollin Borges*
- Estratégias cognitivas aplicadas à prevenção de acidentes aeronáuticos (97-129)  
*Rosana Conceição Bauer, Ricardo Weiner*
- Uma análise qualitativa da filosofia HUMS na manutenção preditiva focada no nível vibratório devido a condições operacionais de helicópteros (130-149)  
*Rafael de Abreu González, Donizeti de Andrade*
- A manutenibilidade no projeto de aeronaves: aportes à segurança de aviação (150-162)  
*Andrés Serrano*
- Um novo modelo para submissão de ocorrências aeronáuticas (163-180)  
*Rogério Possi Junior, Renato Crucello Passos, Oswaldo Oliveira Filho*
- Método de gerenciamento de riscos para a prevenção de acidentes aeronáuticos na Força Aérea Brasileira (181-211)  
*Cláudio Rogério Mota de Moraes, Danielli Fernandes Honda Santos, Wagner de Paula Pereira, Milton Padilla Soriano de Mello*
- Normas de segurança para implantação dos VANT civis no espaço aéreo brasileiro: uma nova abordagem (212-220)  
*José Augusto de Almeida*
- Proposta de criação e gerenciamento do documento “Boletim Informativo de Aeronavegabilidade Continuada - BIAC” (221-229)  
*Rogério Possi Junior, Renato Crucello Passos, Oswaldo Oliveira Filho*

### **ESTUDOS DE CASO**

- Avifauna relacionada ao risco de colisões aéreas no Aeroporto Internacional Presidente Juscelino Kubitschek, Brasília, Distrito Federal, Brasil (230-243)  
*Flávio Leôncio Guedes, Daniele Henrique Brand, Brenda de Paiva Linhares, Luciana Vieira de Paiva*

## **PALAVRAS DE ABERTURA DO SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE SEGURANÇA EM SISTEMAS TECNOLÓGICOS COMPLEXOS**

Prof. Dr. Elones Fernando Ribeiro <sup>1</sup>

Artigo convidado para publicação em 19/10/2010.

**RESUMO:** Enfatiza o impacto da tecnologia na sociedade contemporânea que não respeita as necessidades humanas ou societárias, abordando o conjunto de problemas que surgem do relacionamento entre pessoas, tecnologias e uma série de soluções para esses problemas. Destaca que as tecnologias tornam-se mais complexas e o seu ritmo de atualização aumenta rapidamente, sendo necessária uma conscientização de que os fatores humanos são imprescindíveis no design de sistemas tecnológicos. Finaliza deixando clara a necessidade de reflexão sobre o papel da tecnologia e, como ela pode ser utilizada criativamente para o bem-estar do homem, além de analisar significados do termo humano-tecnologia e humano-tecnológica.

**PALAVRAS CHAVE:** Ergonomia. Sistemas. Tecnologia.

Prezadas autoridades presentes, senhoras e senhores.

Agradeço, sensibilizado, a todos os que nos honram com suas presenças, prestigiando tão significativo evento.

Iniciarei minha fala citando Kim Vicente, que é o Professor Engenharia da Universidade de Toronto, escritor da obra - Homens e Máquinas – que destaca o impacto da tecnologia na sociedade contemporânea que não respeitam as necessidades humanas ou societárias, abordando um amplo conjunto de problemas que surgem do relacionamento entre pessoas, tecnologias e uma série de soluções para esses problemas.

Uma ameaça a nossa qualidade de vida: a tecnologia fora de controle.

---

<sup>1</sup> Diretor da Faculdade de Ciências Aeronáuticas da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (FACA/PUC-RS) e Presidente do 1º Seminário Internacional de Segurança em Sistemas Tecnológicos Complexos. Possui graduação em Engenharia Química pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - PUCRS (1984), especialização em Engenharia Metalúrgica e dos Materiais pela PUCRS (1991), mestrado em Educação pela PUCRS (1998) e Doutorado em História pela PUCRS (2008). Tem experiência na área de Engenharia Aeroespacial, com ênfase em Materiais e Processos para Engenharia Aeronáutica e Aeroespacial e experiência na área de Educação, com ênfase em Formação de Pilotos, atuando principalmente nos seguintes temas: jornada, capacitação, módulo, educação e aviação. [elonesribeiro@pucrs.br](mailto:elonesribeiro@pucrs.br)

Cito dois exemplos:

1. No filme *Tempos Modernos* (1936), Charles Chaplin “teve que se adaptar apenas a uma engrenagem mecânica que se movia em velocidade terrestre”. Hoje, no século XXI, as pessoas têm “que se adaptar a tecnologia digital que se move à velocidade da luz.”

2. Antes mesmo de aprendermos a usar a mais recente ‘conveniência’ tecnológica, por exemplo: os *paggers*, telefones celulares, assistentes pessoais digitais e computadores de bolso, surgem a cada dia outros novos e com tecnologia mais avançada no mercado. Assim parece que nossos equipamentos estão sempre desatualizados.

O termo tecnologia faz referência a:

- aspectos físicos (materiais e suas configurações) e
- aspectos não-físicos (tais como horário de trabalho, informação, responsabilidades coletivas, organização de funcionários de uma empresa e até mesmo regulamentações jurídicas)

Pessoas estão usando a tecnologia sem levar em conta o FATOR HUMANO. Em 1999 o desajuste entre pessoas e tecnologias foi responsável pela morte hospitalar evitável de 44 a 98 mil pessoas por ano, somente nos Estados Unidos, segundo o Instituto de Medicina dos Estados Unidos.

Historicamente, os primeiros esforços no sentido de respeitar as necessidades e capacidades humanas foram dados por engenheiros industriais, psicólogos e especialistas que se preocuparam em racionalizar operações industriais e de equipamento para a melhor eficiência do trabalhador.

Até a segunda Guerra Mundial, esses profissionais davam ênfase à produção. Após a II Grande Guerra, o enfoque mudou para a segurança pessoal, uma vez que se percebeu que a queda de aviões não estava relacionada à falha humana, mas à falha tecnológica.

Dick Sawyer explica em seu livro “An Introduction in Human Factors in Medical Device” que, o acidente na usina nuclear Three-Mile Island ocorrido em

1979 foi o estopim para o reconhecimento da importância dos “fatores humanos” no projeto de sistemas tecnológicos complexos (SAWYER, 1996).

Desde 1957, quando publicou a primeira edição de *Human Factors in Engineering and Design*, o autor McCormick (1976) procura aumentar a sensibilidade e a consciência para muitos aspectos humanos de sistemas ou situações que poderiam melhorar a vida da civilização.

Pesquisadores então têm demonstrado preocupação em elaborar produtos ou sistemas tecnológicos que respeitam capacidades e necessidades humanas.

Sawyer (1996) sugere que “o *design* deve considerar a habilidade do usuário de: identificar rapidamente e adequadamente controles, interruptores e *displays*; alcançar e localizar controles certos; ler corretamente *displays*; e associar controles com seus *displays* relacionados.” Além disso, deve agrupar funcionalmente controles e *displays*, rótulos ou etiquetas não ambíguas, e otimizar a operação de chaves, bem como apresentar instruções claras e advertências efetivas.

As falhas de *design* nas cabines de controle, bastante citadas por Kim Vicente, também são mencionadas por Sawyer (1996) e Norman (2004). Sawyer (1996) cita que, nos anos 90, investigadores concluíram que os desastres aéreos aconteciam porque o *design* das cabines induzia os pilotos a erro, uma vez que esses apresentavam dificuldade para distinguir o funcionamento do sistema de orientação, confundindo os dados mostrados.

Norman (2004), por sua vez, ao fazer referência ao fato, diz que o *design* das cabines deve ser um *design* “especial” capaz de minimizar a necessidade de pensamento criativo para que os profissionais possam desempenhar uma boa performance em situações de emergência.

As tecnologias, cada vez mais, tornam-se mais complexas e o seu ritmo de atualização aumenta tão rapidamente, que a situação só tende a piorar se não houver uma conscientização de que os fatores humanos são imprescindíveis no

*design* de sistemas tecnológicos, principalmente, aqueles de segurança crítica, como a aviação, as usinas nucleares e os hospitais.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Segundo Bettina Von Stamm (2003), “a criatividade consiste em ser diferente, pensar lateralmente, fazer novas conexões.” Sob esse ponto de vista, pode-se dizer que Vicente foi criativo ao apresentar uma abordagem Humano-Tecnológica, baseada na abordagem sistêmica, para o design da tecnologia.

De forma a “permitir compreender as causas dos problemas, como também proporciona princípios sistêmicos para solucioná-los”.

Em uma Era marcada pelo constante desenvolvimento tecnológico, onde é cada vez maior a necessidade de se pensar criativamente para acompanhar um tempo caracterizado por intensas e rápidas mudanças, refletir sobre o papel da tecnologia e, como ela pode ser utilizada criativamente para o bem-estar do homem, é refletir sobre os rumos da humanidade.

Para finalizar façamos uma pequena reflexão a partir do termo:

### **HUMANO-TECNOLOGIA**

Que por trás desta palavra existe uma estrutura conceitual da ideia a que ela se refere.

### **HUMANO-TECNOLÓGICA**

- Palavra composta: para lembrar que gente e tecnologia são dois aspectos importantes do sistema.
- Palavra hifenizada: para enfatizar a importância dos relacionamentos entre seres humanos e tecnologia.
- Humano antes de tecnologia: para lembrar que devemos começar pela identificação das necessidades humanas e societárias.
- Humano com maiúscula: para lembrar que os designers devem ter afinidade com a natureza humana.

Muito obrigado pela sua atenção, e um bom seminário a todos nós!

## REFERÊNCIAS

INSTITUTE OF MEDICINE (Estados Unidos). **To err is human: building a safer health system.** Washington, D.C.: National Academy Press, 1999.

MCCORMICK, Ernest J. **Human factors in engineering and design.** Estados Unidos: MacGraw, 1976.

NORMAN, D. A. **Emotional design: why we love (or hate) everyday things.** New York: Basic Books, 2004.

SAWYER, D. **An introduction in human factors in medical device.** U.S. Department of Health and Human Services; 1996. Disponível em: <<http://www.fda.gov/cdrh/humfac/doitpdf.pdf>>. Acesso em:

TEMPOS modernos. Produção de Charles Chaplin. Estados Unidos, 1936.

VICENTE, Kim. **Homens e máquinas: como a tecnologia pode revolucionar a vida cotidiana.** 1 ed. Rio de Janeiro: Ediouro, 2005.

VON STAMM, Bettina. **Managing Innovation, Design and Creativity.** Alemanha: John Wiley & Sons, 2003. Disponível em: <<http://www.media.wiley.com/>>

## OPENING WORDS OF THE INTERNATIONAL SEMINAR ON SAFETY IN COMPLEX TECHNOLOGICAL SYSTEMS

**ABSTRACT:** Opening Speech to the International Seminar on Safety in Complex Technological Systems by Prof. Dr. Elones Fernando Ribeiro. It emphasizes the impact of technology on the contemporary society that does not respect either human or corporate needs, addressing all issues that arise from the relationship between people and technologies, suggesting a range of solutions to these problems. It highlights that technologies have become more and more complex, with ever faster renewal rates, requiring an awareness of the essentiality of the human factors in the design of technological systems. It finishes by making it clear that there is a need for reflection on the role of technology and how it can be creatively used for the welfare of mankind, besides analyzing the meaning of the terms human-technology and human-technological.

**KEYWORDS:** Ergonomic. Systems. Technology.

## **GESTÃO DA SEGURANÇA OPERACIONAL: IMPACTO NA PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS**

Rufino Antonio da Silva Ferreira <sup>1</sup>

Artigo submetido em 14/09/2010.

Aceito para publicação em 03/12/2010.

**RESUMO:** Este artigo objetiva alertar a comunidade de aviação civil brasileira, quanto ao impacto causado na prevenção de acidentes aeronáuticos pelo novo modelo de gestão da segurança operacional adotado pelo País, no âmbito da aviação civil. Atualmente, em ampla reestruturação, o modelo apresenta, fundamentalmente, duas grandes mudanças: Segurança de Voo é agora Segurança Operacional. E a gestão, antes exclusiva da Autoridade Aeronáutica, o Comando da Aeronáutica (COMAER), é agora compartilhada com a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), Autoridade de Aviação Civil. Por meio de uma pesquisa documental e bibliográfica, este trabalho revisa historicamente a fundamentação legal e descreve a situação existente, explicando e fundamentando o impacto na prevenção de acidentes aeronáuticos. Não obstante ser a segurança da atividade aeronáutica, o objetivo comum das duas instituições governamentais, alguns indicadores evidenciam a urgência de ajustes no novo modelo em curso, para melhor coordenar e harmonizar essas autoridades gestoras. Conclui-se que a falta destes ajustes traz prejuízos à percepção do usuário, quanto às prioridades a serem consideradas em prol da prevenção de acidentes, um dos pilares sustentadores da segurança operacional. Contribuem ainda, associadas às dificuldades de uma transição de modelos de gestão, as oriundas da natureza humana em resistir à mudança e quebrar paradigmas.

**PALAVRAS CHAVE:** Aviação Civil. Gestão da Segurança Operacional. Prevenção de acidentes aeronáuticos.

### **1 INTRODUÇÃO**

A primeira preocupação de um usuário do transporte aéreo, em qualquer lugar do mundo, é saber:

- Ele é seguro?

A Convenção de Chicago, assinada em 7 de dezembro de 1944, originou a Organização da Aviação Civil Internacional (OACI), e surgiram os padrões e as

---

<sup>1</sup> Oficial aviador da reserva da Força Aérea Brasileira, bacharel em ciencias aeronáuticas pela Academia da Força Aérea, investigador de acidentes aeronáuticos e inspetor de aviação civil (inativo), inspetor governamental de operações. rufinoosv@uol.com.br

recomendações que proporcionariam, entre outros resultados, um desenvolvimento seguro e ordenado da aviação internacional (BRASIL, 1946).

Ainda hoje, nós, usuários do transporte aéreo brasileiro, temos nossos serviços regulados com base nas decisões que foram tomadas naquele, já distante, ano de 1944. Daí a importância de entendermos como isto tem influência, presentemente, em nossas vidas, principalmente após os últimos grandes acidentes aéreos ocorridos no Brasil e no mundo.

No Brasil, a Lei 7.565, de 19 Dez 86, Código Brasileiro de Aeronáutica (CBA), é a lei maior do direito aeronáutico e prevê que o Brasil cumpra os tratados internacionais (BRASIL, 1986)

No âmbito da aviação civil, os Sistemas de Segurança de Voo (SEGVOO) e o Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SIPAER), previstos no CBA, são a essência da segurança operacional no tocante a operadores e aeronaves,

Esses sistemas possuem focos distintos: o primeiro na vigilância e na coercitividade; e o segundo na disseminação de cultura de prevenção de acidentes aeronáuticos e a não punitividade, além das investigações de acidentes.

Ambos eram gerenciados pelo Comando da Aeronáutica (COMAER), Autoridade Aeronáutica do País, e agora estão assim divididos: o primeiro sendo gerenciados pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), nova Autoridade de Aviação Civil e o segundo permaneceu no COMAER.

A obrigatoriedade do novo modelo apresentado pela OACI, o SMS (Safety Management System), traduzido para Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional (SGSO) obrigou o Brasil a realizar rápidas e profundas modificações nas suas estruturas a fim de permanecer em conformidade, no tocante a relação dos órgãos reguladores com seus entes regulados.

Como, e por que, este novo modelo de gestão da segurança operacional impacta na prevenção de acidentes aeronáuticos?

A pesquisa realizada na legislação e nas normas existentes no COMAER e

na ANAC constatou a existência de algumas duplicidades, geradoras de superposições, indicando que os novos conceitos precisam ser harmonizados pelos órgãos gestores, a fim de que possam estabelecer orientações claras e não conflitantes aos seus entes regulados.

Por meio de um questionário realizado entre entes regulados tais como algumas das principais empresas regidas pelo RBHA 121, RBHA 135, grandes fabricantes de aeronaves e de componentes da indústria aeronáutica brasileira, entre outros, foi verificado que os mesmos estão com dificuldade de identificar os limites de competência das autoridades gestoras.

Por conseguinte, são, por vezes, obrigados a diluir esforços entre diferentes estruturas para atender requisitos estabelecidos ou recomendados; ora pela Autoridade de Aviação Civil, ora pela Autoridade Aeronáutica, sendo esta a razão do forte impacto do novo modelo de gerenciamento da Segurança Operacional na prevenção de acidentes.

Não é foco deste trabalho apoiar nenhuma visão ou instituição, mas, sim, clarificar os pontos de superposição e desarmonização que trazem sérios prejuízos ao entendimento por parte dos entes regulados, sobre o que necessita ser mudado, ajustado ou mantido, oriundo dos sistemas anteriores, frente à nova proposta da OACI.

Conclui-se que o País está avançando na forma de gerenciar a segurança operacional e que os usuários reconhecem este fato. Contudo, ajustes são necessários. Urge estabelecer linhas claras quanto aos limites das responsabilidades através de uma revisão da legislação vigente, começando pela Lei maior, o CBA.

Isto certamente evitaria o desperdício de recursos em sistemas paralelos, o que enfraquece a cultura, a doutrina e as ações de prevenção de acidentes aeronáuticos desenvolvidas, ao longo de anos, no Brasil.

Reflexão a respeito é o que concita o conteúdo deste trabalho.

## **2 HISTÓRIA DA CULTURA DE SEGURANÇA DE VOO.**

A cidade norte-americana de Chicago sediou, em 7 de dezembro de 1944, um importante evento que transformou profunda e permanentemente o transporte aéreo mundial. Nele, foi assinada a Convenção de Chicago, que criou a Organização da Aviação Civil Internacional (OACI). (BRASIL, 1946)

Surgiram, então, os padrões mundiais e as recomendações que proporcionariam o desenvolvimento seguro e ordenado da aviação civil internacional: os chamados "anexos da OACI", em um total de dezoito, cobrindo os diversos assuntos que compõem o cenário da aviação civil e estabelecem níveis mínimos de segurança.

Esta convenção foi promulgada no Brasil pelo Decreto 21.713, de 27 de agosto de 1946 (BRASIL, 1946)

Pelo artigo 37 da Convenção de Chicago, os estados contratantes se obrigaram a colaborar a fim de atingir a maior uniformidade possível em seus regulamentos, sempre que isto trouxer vantagens para a atividade.

Dentre os dezoito anexos existentes, o de número treze é o que trata de investigação de acidentes e incidentes aeronáuticos que, como mais uma entre outras atividades de prevenção de acidentes, é apenas uma das inúmeras frentes de atuação em prol da segurança operacional, sendo conhecida popularmente como segurança de voo.

No Brasil, a responsabilidade pelo previsto neste anexo é do SIPAER, nascido em 1951, como Serviço, dentro da seguinte evolução:

Em 1908 ocorreu o primeiro registro de acidente aeronáutico com fatalidade, quando o ten. Juventino, do exército, morreu em um balão de observação.

Em 1927, a Aviação Naval trabalhava com o Inquérito Policial Militar (IPM), para a atribuição de culpa nos casos de acidente, bem como a Aviação Militar usava o Inquérito de Acidente Aeronáutico (IAA).

Em 1941, com a Criação do Ministério da Aeronáutica e da Inspeção Geral de Aviação; houve a adoção do Inquérito Técnico Sumário (ITS).

Em 5 de abril de 1948, com o Decreto 24.749, foi criado o Serviço de Investigação pelo Decreto 24.749, padronizando procedimentos para a investigação dos acidentes aeronáuticos.

Em 1951, nasce a sigla SIPAER com o novo regulamento da então Inspetoria Geral de Aeronáutica, identificando o Serviço de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos, como parte da sua estrutura organizacional. Nascia a Prevenção institucionalizada.

Em 1966, a Investigação de Acidente Aeronáutico substitui o Inquérito Técnico Sumário. Enquanto o inquérito buscava culpa, daquela data em diante as investigações buscariam somente os fatores contribuintes com fins de prevenção de novos acidentes, sem atribuir responsabilidades à indivíduos ou organizações.

Em 1971, finalmente, o SIPAER, até então um Serviço, passou a categoria de Sistema com a criação de seu elo central o Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA), através do Decreto 69.565, de 19 de novembro de 1971, e foi emitido o 1º Programa de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (PPAA) da Aviação Brasileira. (BRASIL, 1971)

Em 1982, o SIPAER foi reorganizado através do Decreto nº 87.249, de 07 de junho de 1982 e o CENIPA foi criado como organização militar autônoma, para ser o órgão central do Sistema.

**Art. 1º** - O Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SIPAER), instituído pelo Decreto nº 69.565, de 19 de novembro de 1971, tem a finalidade de planejar, orientar, coordenar, controlar e executar as atividades de investigação e prevenção de acidentes aeronáuticos.

**Art. 6º** - Fica instituído, sob a direção e a coordenação do CENIPA, o Comitê Nacional de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CNPA) com a finalidade de reunir representantes de Entidades nacionais interessadas no conhecimento e no desenvolvimento da segurança de voo (BRASIL, 1982)

Assim, verificamos pela pesquisa dos inúmeros decretos que a história da prevenção de acidentes no Brasil vem norteadada pela atividade de Investigação. Em

todas as siglas, o “I” de Investigação surge antes do “P” de Prevenção. Isto não é um acaso. Na verdade, era fruto de uma cultura reativa, onde a prevenção era uma consequência do que era aprendido em cada acidente.

A própria OACI, possui apenas um anexo, o de numero treze, voltado exclusivamente para a investigação. Padronizando e recomendando práticas e procedimentos que devem ser usados por todos os países signatários. Não há um anexo que fale exclusivamente de prevenção, já que todos os anexos buscam, cada um em sua respectiva área, incrementar a segurança e, por conseguinte, prevenir acidentes.

O mérito do Brasil foi ter evoluído além da cultura reativa, para uma cultura preventiva, onde há o entendimento de que a Investigação é apenas mais uma das inúmeras atividades de prevenção.

Em 19 de dezembro de 1986, entrou em vigor a Lei 7.565, o Código Brasileiro de Aeronáutica – CBA, revogando o antigo Código Brasileiro do Ar, e tornando-se a Lei maior do Direito Aeronáutico.

O artigo 25, do Capítulo I, do Título III do CBA, refere-se a dez sistemas que tratam da infraestrutura aeronáutica que garantem a segurança, regularidade e eficiência à navegação aérea, entre eles: o Sistema de Segurança de Voo (SEGVOO); e o Sistema Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SIPAER) (BRASIL, 1986).

O Sistema de Segurança de Voo (SEGVOO), previsto pelo Art. 66, prevê que compete à Autoridade Aeronáutica promover **a segurança de voo**, devendo estabelecer os padrões mínimos de segurança. Aqui começou a mistura de dois importantes conceitos: Segurança de Voo e Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. À luz do CBA, são conceitos distintos e relacionados a diferentes anexos da ICAO. Porém, culturalmente e dentro da normalização do SIPAER, eram fortemente correlacionados.

O Art. 87 do CBA diz que a Prevenção de acidentes aeronáuticos é da responsabilidade de todas as pessoas, naturais ou jurídicas, envolvidas com a

fabricação, manutenção, operação e circulação de aeronaves, bem assim com as atividades de apoio da infraestrutura aeronáutica no território brasileiro (BRASIL, 1986)

O conceito de prevenção sempre foi intimamente associado ao conceito de segurança de voo. Todo o sistema de prevenção refere-se aos especialistas em investigação e prevenção como Oficiais de Segurança de Voo (OSV), no caso dos militares, e Agentes de Segurança de Voo (ASV), para os civis, sem falar nos diferentes elementos credenciados em outras especialidades tais como aeroportos, controle de tráfego aéreo, medicina e psicologia.

O termo segurança de voo passou a denominar outro sistema: o SEGVOO, que é coercitivo e responsável pela vigilância operacional, diferentemente do Sistema de Investigação e Prevenção DE ACIDENTES que é atuante na cultura, através da filosofia SIPAER, além de investigar reativamente.

O SIPAER sempre atuou, no âmbito civil e em conjunto com outros sistemas, com forte respaldo advindo do Departamento de Aviação Civil (DAC), órgão do COMAER, até então Autoridade Aeronáutica única do país.

### **3 O SIPAER/SEGVOO NO ANTIGO CONTEXTO DO DAC.**

Este sistema disseminou o popular conceito da segurança de voo, que atua na intenção de prevenir acidentes aeronáuticos, de forma a eliminar o risco, ou reduzi-lo a níveis aceitáveis, através de um processo de identificação e gerenciamento do mesmo. Foram conceitos bastante avançados para época em que foram criados. As normas abrangem uma gama bastante ampla de conceitos, definições e objetivos do SIPAER, na atividade aérea tanto civil como militar.

Essas pesadas atribuições e responsabilidades perante a aviação civil sempre imputaram à área operacional militar da Força a divisão de boa parte da receita do antigo Ministério da Aeronáutica para atender os braços civis do Poder Aeroespacial.

O CENIPA, órgão central do SIPAER, tem uma das mais nobres missões

dentro do COMAER que é a de preservar vidas e recursos materiais em prol do progresso da aviação.

Sua estrutura nunca foi voltada para a execução de investigações de acidente no âmbito da aviação civil, tarefa essa da competência de seus elos de execução como a DIPAA do DAC e as SIPAA dos Serviços Regionais de Aviação Civil (SERAC). Como órgão central competia-lhe a regulação, supervisão (elaboração dos relatórios finais) e a formação dos elos do SIPAER, que são os agentes credenciados que zelam pelo Sistema nos diferentes órgãos.

Este modelo sempre trouxe bons resultados, especialmente pelo fato de que possuía seus elos responsáveis pela aviação civil dentro do órgão regulador e fiscalizador, o Departamento de Aviação Civil (DAC). Este mesmo órgão militar possuía maior disponibilidade de recursos e provia enorme apoio ao CENIPA, especialmente no tocante a grandes eventos de promoção da cultura de prevenção.

### **3.1 Os bons resultados obtidos**

Os elos do SIPAER no DAC eram a Divisão de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (DIPAA), único elo com nível de divisão do sistema com atribuição de investigação, além das de prevenção; e as Seções de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SIPAA); elos regionais localizados nos antigos Serviços Regionais de Aviação Civil (SERAC), que funcionavam como um subsistema exclusivo para a aviação civil, executando a maior parte dos trabalhos de prevenção e a totalidade dos trabalhos de investigação dos acidentes aeronáuticos no âmbito civil.

A estrutura sistêmica composta pela DIPAA e as SIPAA dos SERAC era guarnecida por oficiais de segurança de voo, elementos credenciados em investigação e prevenção, muitos deles também com a qualificação de Inspectores de Aviação Civil (INSPAC). Estes elementos SIPAER eram respeitados não só por sua cultura de prevenção, mas também, pela vivência na realidade da rotina de aviação civil, não sendo apenas meros repetidores de teorias e teses sem o respaldo da

experiência prática do ambiente da aviação civil.

Os índices obtidos ao longo de décadas mostram que esta fórmula, se não era perfeita, trazia bons resultados, uma vez que os Elos-SIPAER faziam parte do cenário e da realidade.

Os gráficos das figuras 1 e 2 mostram a evolução dos números de acidentes e fatalidades nas décadas de 80, 90 e na década atual até 2006. A ANAC iniciou suas atividades em março de 2006, quando se iniciou a transição para o novo modelo de gerenciamento da segurança operacional.

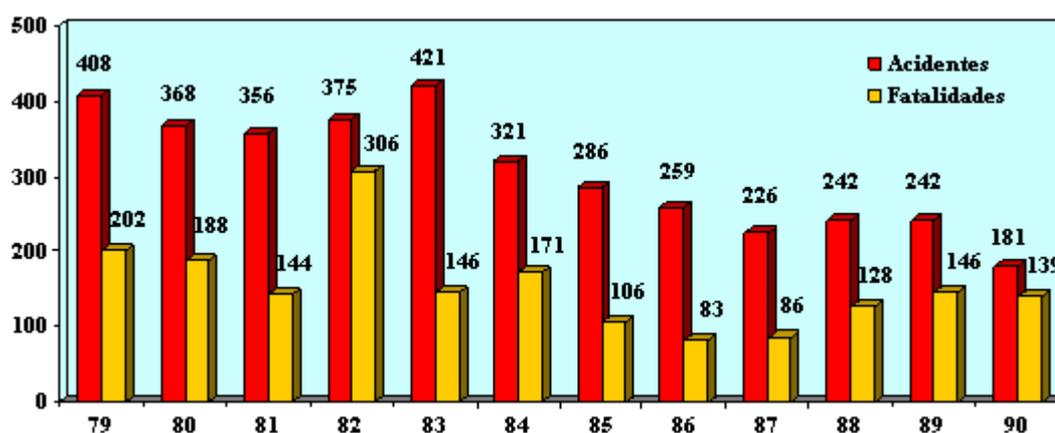


Figura 1 - Acidentes/ fatalidades

Fonte: BRASIL , 2006a

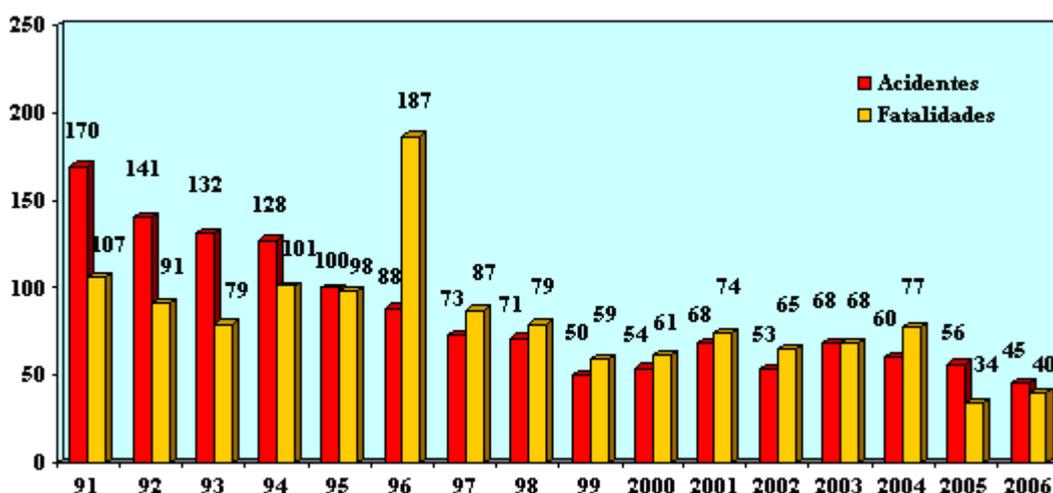


Figura 2 - Acidentes/fatalidades, dados até 20 de setembro de 2006.

Fonte: BRASIL, 2006b

ISSN 2176-7777

O SIPAER, além das recomendações oriundas das investigações, emitia recomendações produzidas a partir de outras ferramentas tais como: relatórios de perigo; vistorias de segurança de voo; reuniões setoriais com diferentes segmentos da aviação civil; e resoluções tomadas no Comitê Nacional de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CNPAA).

Os gráficos mostram ainda que os índices de acidentes foram reduzidos até estabilizarem em uma faixa em torno de sessenta acidentes anuais. A partir, daí o modelo de gestão não mais conseguia reduzi-los. A necessidade de mudanças já se fazia sentir, pois o SIPAER também tinha seus pontos fracos.

### **3.2 Deficiências do SIPAER**

Não obstante os inúmeros pontos positivos do SIPAER demonstrados ao longo de sua existência, alguns ajustes já se faziam necessários em virtude de deficiências, frequentemente apontadas pelos usuários, dentre as quais destacamos:

- Não evoluiu nos processos gerenciais, causando demora excessiva e “feedback” deficiente;
- Não criou um banco de dados único. Dados conflitantes entre DAC e CENIPA;
- Órgão central e elos executores, no âmbito da aviação civil, em mundos e conjunturas diferentes. Os executores vivendo a rotina operacional e administrativa das organizações da aviação civil, de acordo com as culturas e influências locais, enquanto o órgão central com uma relação de cunho mais político e acadêmico, sofrendo as influências organizacionais do COMAER inerentes a cultura político-organizacional e social do Distrito Federal.
- A Filosofia SIPAER situava-se, por vezes, excessivamente isolada da vigilância operacional, retardando resultados pela ineficácia de alguns dos processos; e

▪ O Elo-SIPAER atuava solitário no árduo trabalho de transformação da cultura e sem poder coercitivo.

O mundo mudou e os conceitos de gerenciamento da segurança foram se modernizado. A enorme folga que o SIPAER possuía em avanço de concepção foi sendo consumida. Os conceitos brasileiros de prevenção de acidentes já necessitavam de modernização.

Antes advinda essencialmente das investigações de acidentes e incidentes, a prevenção foi sendo cada vez mais associada ao gerenciamento e controle da qualidade.

#### **4 OS NOVOS CONCEITOS DO GERENCIAMENTO DA SEGURANÇA**

No mundo, já se iniciava uma atualização de modelos.

Antes, caracterizados pelas castas de especialistas de segurança de voo, isolados e responsáveis únicos pela segurança, que atuavam junto ao mais alto nível de gerência; atualmente estão migrando para modelos de gestão que envolvem todos os setores de uma organização, como o controle da qualidade e o gerenciamento da segurança”.

A OACI, dentro de sua missão de promover um desenvolvimento seguro e ordenado para aviação internacional, apresentou um novo modelo de prevenção baseado em gerenciamento, para ser adotado pelos Estados signatários, a ser implantado gradativamente nas áreas tratadas por seus anexos.

O Doc 9859 NA/474 Safety Management Manual (SMM), 2º Edição – 2009, é o documento da OACI que trata do novo modelo mundial de gerenciamento da segurança operacional (ICAO, 2006)

Já na sua 1º Edição-2006, previa uma concepção do conceito de “*safety*” como sendo um estado em que o risco de ferir pessoas ou causar danos à propriedade é reduzido e mantido abaixo de, ou em nível aceitável, através de um processo contínuo de identificação e gerenciamento do risco (ICAO, 2006)

O manual trouxe ainda a preocupação da OACI quanto ao fato dos métodos

tradicionais de redução de risco não estarem sendo mais suficientemente eficientes e, portanto, requerendo novos modelos de gerenciamento. Daí a consideração do gerenciamento da segurança operacional por duas diferentes perspectivas: a tradicional e a moderna.

A tradicional é a historicamente focada na fiscalização com complexa regulamentação. Nesta perspectiva, a responsabilidade pela segurança é somente da autoridade que deve ter uma fiscalização “unipresente”- a toda hora e em todo o lugar para verificar se a extensa regulamentação está sendo rigorosamente cumprida. O ente regulado não divide a responsabilidade em cumprir a legislação, a menos que esteja sendo fiscalizado. Quando algo sai errado “a culpa é sempre da autoridade que não fiscalizou”. É uma perspectiva reativa com medidas preventivas para evitar recorrências. As recomendações são emitidas somente após a perda de vidas e / ou danos materiais.

A perspectiva moderna é baseada na transformação do modelo reativo para o modelo pró-ativo. A OACI aposta no SMS por acreditar em um modelo que soma uma sólida legislação, requisitos baseados nos padrões e práticas por ela recomendadas e a coercitividade para garantir estes padrões e práticas. Além disso, outros fatores são considerados para um gerenciamento eficiente, tais como: método de gerenciamento do risco com base científica; comprometimento de todos com o gerenciamento da segurança operacional; cultura corporativa com atenção à segurança operacional igualada à atenção aos resultados com que se conduz o gerenciamento financeiro, entre outros. Logicamente, essas iniciativas necessitam da condução e do aval alta direção das organizações.

Nesta nova perspectiva, a responsabilidade pelo cumprimento da legislação e pelo desenvolvimento da atividade aérea com segurança é agora compartilhada entre a autoridade fiscalizadora e o ente regulado. Surge o conceito de “accountability”.

Em 14 de março de 2006, a ICAO estabeleceu a obrigatoriedade do SMS para determinadas áreas cobertas pela padronização de alguns dos seus anexos.

Foram adotadas emendas aos Anexos 6 (Operação de Aeronaves), 11 (Serviço de Tráfego aéreo) e 14 (Aeródromos), cujos gestores eram para, os anexos 6 e 14, a ANAC e para o anexo 11, o COMAER através do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA).

No Brasil, isto veio a ocorrer simultaneamente a uma mudança estrutural: a chegada do novo modelo das agências reguladoras. Tal fato trouxe um novo ator ao cenário: a figura da Autoridade de Aviação Civil, a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC).

#### **4.1 O SMS e o surgimento da ANAC**

O primeiro grande impacto do novo modelo de gerenciamento da segurança operacional teve início com o surgimento da ANAC, agência reguladora independente, criada pela Lei 11.182, de 27 set. de 2005, que assumiu a competência pela regulação e fiscalização do setor. (BRASIL, 2005)

Esta nova autoridade é uma das principais responsáveis pela prevenção no âmbito da aviação civil, uma vez que deve garantir os níveis mínimos de segurança por ela mesma estabelecidos para o SEGVVO.

Assim sendo, o Brasil, como signatário da Convenção de Chicago e em cumprimento à sua Política Nacional de Aviação Civil, obrigou sua nova autoridade reguladora da aviação civil a realizar rápidas e profundas modificações nas suas estruturas para manter-se em conformidade com a OACI, no que tange à relação destes órgãos reguladores com seus entes regulados.

O impacto cultural do novo modelo de gerenciamento da segurança operacional teve início devido ao fato de a nova Autoridade de Aviação Civil ter assumido a maior parte das atribuições reguladoras e fiscalizadoras antes de ser responsabilidade da Autoridade Aeronáutica, o COMAER, além da competência pela implementação do SMS no Brasil para aeronaves, operadores e aeroportos.

A Autoridade Aeronáutica continuou sendo a responsável pelo SIPAER e, por conseguinte, pelas tarefas de planejamento, orientação, coordenação, controle e

execução das atividades de prevenção de acidentes aeronáuticos, incluindo as de investigação, conforme o Decreto 87.249 de 1982. Continua a responder também, perante o usuário da aviação civil, pelo Controle de Tráfego Aéreo, como controlador da Circulação Aérea Geral (BRASIL, 1982)

O segundo grande impacto foi a ocorrência de dois grandes acidentes aeronáuticos de massa no Brasil, em 2006 e 2007, que colocaram a reputação da segurança da aviação brasileira em cheque.

A ANAC, com apenas dois anos de existência, enfrentou um grande acidente por ano o que resultou na completa destituição da primeira diretoria colegiada.

O cenário de comoção e cobranças quanto à atuação do Estado contribuiu para a falta de entendimento sobre os limites de competência das autoridades gestoras perante as atividades de prevenção, onde a nova agência independente apressou-se a atender às demandas e compromissos do Brasil frente à OACI.

Assim, o SEGVVO e o SIPAER, antes integrados, passaram a ser geridos por diferentes autoridades.

Para um efetivo gerenciamento desta mudança de modelos, era necessária uma linha mestra de ação, que foi estabelecida pelo Ministério da Defesa, a quem está subordinada a Autoridade Aeronáutica e, também, a quem está vinculada a Autoridade de Aviação Civil.

## **4.2 A linha mestra**

A linha-mestra começou a ser estabelecida com a nova política para aviação civil.

O Decreto 6.780, de 18 de fevereiro de 2009, aprova no seu artigo 1º, a Política Nacional de Aviação Civil (PNAC), formulada pelo Conselho de Aviação Civil (CONAC), cabendo a Secretaria de Aviação Civil, do Ministério da Defesa, acompanhar a implementação da PNAC pelos órgãos responsáveis pela gestão,

regulação e fiscalização da aviação civil, da infraestrutura aeroportuária civil e de navegação aérea civil, vinculada àquele Ministério (BRASIL, 2009a)

No Brasil, o atual conceito de segurança para a aviação civil abrange dois outros conceitos: o da segurança operacional e o da proteção contra atos ilícitos, prevendo ações gerais e ações específicas para cada uma das áreas.

Cumprindo a PNAC, quanto à renovação do modelo de gestão, e atendendo ao recomendado no SMS proposto pela OACI, o Brasil colocou em vigor o Programa Brasileiro para a Segurança Operacional da Aviação Civil (PSO-BR), através da Portaria Conjunta No-764/GC5, de 14 de agosto de 2009, assinada pelo Comandante da Aeronáutica e pela Diretora Presidente da Agência Nacional de Aviação Civil, definindo as responsabilidades da ANAC, através do PSOE-ANAC; do CENIPA e do DECEA; através do PSOE-COMAER (BRASIL, 2009d)

Os PSOE (Programa de Segurança Operacional Específico) são os programas específicos que a ANAC e o COMAER tem a responsabilidade de desenvolver, em cumprimento ao estabelecido no PSO-BR.

Os artigos 7º e 8º do PSO-BR trazem parágrafos únicos que orientam a ANAC e o COMAER para que estabeleçam, de forma harmônica, em seus PSOE, metas e indicadores específicos que permitam o gerenciamento da segurança operacional.

Harmonização é palavra de ordem numa gestão que envolve duas autoridades responsáveis pela segurança operacional.

A ICA 3-2 Programa de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos da Aviação Civil Brasileira para 2009 traz no seu prefácio que em face do momento de transição pelo qual passa a aviação civil, está ele sendo considerado como o Programa de Segurança Operacional Específico do Comando da Aeronáutica (PSOE-COMAER) inicial (BRASIL, 2009c)

O documento do órgão central do SIPAER reafirma a sua responsabilidade e comandamento sobre as atividades de Prevenção, baseado na legislação vigente: a competência do SIPAER em planejar, orientar, coordenar, controlar e executar as

atividades de prevenção de acidentes aeronáuticos, conforme rege o Artigo 86 do CBA (BRASIL, 1986).

Por parte da ANAC, o PSOE-ANAC foi aprovado pela Resolução N° 84, de 11 de Maio de 2009. Oportuno explicar que Resoluções são os instrumentos regulatórios próprios de que se utilizam as entidades públicas ou privadas no cumprimento das leis, ao exercitarem seus atos e fatos de gestão (BRASIL, 2009b)

O PSOE-ANAC é um documento extenso e detalhado que prevê, em seus vários capítulos, os requisitos previstos para o gerenciamento do risco, e as garantias e promoção da segurança operacional. No seu prefácio, define e tem o entendimento de suas responsabilidades quanto aos requisitos para si, como órgão regulador, e para seus entes regulados nas áreas de sua competência legal, ou seja, áreas padronizadas pelos Anexos 1, 6, 8 e 14 da Convenção de Aviação Civil Internacional (BRASIL, 2009b)

O PSOE-ANAC contempla as diretrizes e requisitos para orientar a implantação e desenvolvimento de Sistemas de Gerenciamento da Segurança Operacional - SGSO por parte de seus entes regulados, conforme o Programa Brasileiro para a Segurança Operacional da Aviação Civil e representa o compromisso da Agência Nacional de Aviação Civil pela busca de uma melhoria contínua nos níveis de segurança operacional (BRASIL, 2009b)

Neste arcabouço regulatório das autoridades gestoras, encontramos o entendimento e o objetivo de ambas as partes em fomentar a segurança operacional, porém, a legislação vigente ainda conduz a alguns conflitos e duplicidades no que tange às atividades relacionadas à prevenção.

Observa-se no artigo 45 do PSOE-ANAC, referente ao processo de Gerenciamento do Risco à Segurança Operacional (GRSO), quando confrontado com o subitem 2.2.1, do item 2.2 - Gestão da Segurança Operacional nos Provedores de Serviço, da ICA 3-2 2009 PPAA da aviação civil, que ambos buscam níveis aceitáveis de segurança operacional por parte dos provedores de serviço, contudo através de meios diferentes. A ANAC através do processo GRSO e o

COMAER através do Elo-SIPAER. Desta forma, verificamos uma duplicidade.

Encontramos, ainda, um conflito ao confrontarmos o artigo 50 do PSOE ANAC com os subitens 2.2.2 e 2.2.4 da ICA 3-2 2009.

O PSOE-ANAC, através do (PSSO-ANAC) prevê:

**Art. 50** Os Provedores de Serviços de Aviação Civil – PSAC, regidos pelos RBHA 91(SAE e Subparte K), 121, 129, 135, 137, 139, 140, 141, 142, 145 e pelos futuros RBAC 143, 155 e 159, devem elaborar e implantar um Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional – SGSO (BRASIL, 2009b)

A ICA 3-2 2009, PSOE inicial do COMAER, prevê:

**2.2.2** Tendo em vista o modelo proposto pela OACI para o SGSO, algumas pequenas adaptações nos Elos-SIPAER poderão ser necessárias. A Segurança Operacional, entretanto, deverá continuar sob a gestão dos responsáveis pelo Elo-SIPAER, já que os mesmos possuem uma devida especialização e experiência no trato destes assuntos.

**2.2.4** Assim sendo, o CENIPA recomenda que **não seja criado** um novo setor que venha a tratar do SGSO nos provedores que já possuem Elo-SIPAER, devido ao risco de haver duplicidade de funções, com a conseqüente perda da coordenação e qualidade dos serviços em prol da Segurança Operacional, o que poderá comprometer a eficiência de ambos os setores, bem como o aumento de recursos humanos e materiais necessários (BRASIL, 2009c)

Outras duplicidades são encontradas tais como no artigo 67 do PSOE-ANAC, que trata do Programa de Relato da Aviação Civil (PRAC-ANAC), no âmbito da ANAC, incentivando a comunicação de incidentes para todo o espectro da aviação civil brasileira (BRASIL, 2009b). O item 2.5 Relatório de Prevenção – RELPREV da ICA 3-2 2009, anteriormente chamado de Relatório de Perigo – é definido como um instrumento de reporte voluntário e não punitivo. Ambas as legislações incentivam a utilização dos diferentes instrumentos (BRASIL, 2009b).

Encontramos duplicidades também em ações de grande poder de mobilização, tais como a prevenção contra colisão com pássaros e comitês em prol da segurança operacional.

O PSOE-ANAC, através do (PSSO -ANAC), prevê:

**Art. 74** Fica estabelecido o prazo de 180 dias, a partir da aprovação deste PSOE-ANAC, para a SIE/ANAC criar, com o apoio da GGIP, um Comitê Brasileiro de Gerenciamento do Risco de Colisão com a Fauna – GRCF-BR. Esse Comitê deve se constituir em um fórum de representantes da comunidade aeronáutica e da sociedade civil, visando discutir os perigos existentes e métodos para reduzir os riscos a eles associados. Parágrafo Único – A SIE deve avaliar a necessidade de criar um Subcomitê (GRCF/Aves-BR) para avaliar constantemente o risco de colisão com aves, considerando que esse risco vem se constituindo em um dos principais problemas de segurança operacional relativos à Fauna nos aeródromos brasileiros e em seu entorno (BRASIL, 2009b)

A ICA 3-2 2009, PSOE inicial do COMAER, prevê:

### 3.2 PROGRAMA DE CONTROLE DO PERIGO AVIÁRIO NO BRASIL - PCPAB

**3.2.1** O perigo aviário tem sido uma constante preocupação dos operadores, visto que os custos decorrentes de colisões entre pássaros e aeronaves continuam atingindo cifras elevadas, [...]

**3.2.16** Os gestores das empresas e entidades do Sistema de Aviação Civil em geral, incluindo, com destaque, os Agentes de Segurança Voo (ASV) e Elementos Credenciados (EC) deverão envidar esforços para divulgar a importância do preenchimento da ficha CENIPA 15 A, entre seus tripulantes e pessoal de manutenção, com o objetivo de alimentar o banco de dados do CENIPA (BRASIL, 2009c)

O PSOE-ANAC, através do (PSSO-ANAC), prevê:

**Art. 116** A ANAC estabelecerá uma ação denominada Iniciativa Estratégica de Segurança Operacional para a Aviação Civil Brasileira (BSSI), como parte de seus compromissos com os PSAC [...].

**Art. 117** A implementação da BSSI está associada ao estabelecimento de um grupo de trabalho principal denominado BAST (Grupo Brasileiro de Segurança Operacional / *Brazilian Aviation Safety Team*).

**Art. 118** O BAST será um comitê, sem personalidade jurídica, de profissionais dedicados à melhoria da Segurança Operacional da aviação civil (BRASIL, 2009b)

A ICA 3-2 2009, PSOE inicial do COMAER, prevê:

**3.16 COMITÊ NACIONAL DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS (CNPAA)**

**3.16.1** O Comitê Nacional de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos foi instituído pelo artigo 6º do Decreto 87.249, de 07/06/1982, sob a direção e coordenação do CENIPA, com a finalidade de reunir representantes das diversas entidades nacionais, públicas ou privadas, envolvidas direta ou indiretamente com a Segurança Operacional Aeronáutica (BRASIL, 2009c)

Existem ainda situações onde ocorrem duplicidades geradoras de conflitos.

O artigo 85 do PSOE-ANAC estabelece um programa de inspeções, auditorias e pesquisas/estudos, contendo os procedimentos que permitem à ANAC alcançar seus objetivos de supervisão, utilizando elementos prescritivos e de desempenho avaliados nos sistemas SGSO dos provedores de serviço (BRASIL, 2009b). Enquanto, a ICA 3-2 2009, prevê o item 2.4 - Auditoria de Segurança Operacional (ADSO) a ser realizada pelos Elos-SIPAER a fim de verificar o cumprimento dos dispositivos estabelecidos no PPAA (BRASIL, 2009c)

Finalmente, o PSOE-ANAC, através do artigo 96, prevê a elaboração do Programa de Instrução em Segurança Operacional da ANAC (PISO-ANAC) com o objetivo de garantir que os servidores da Agência sejam capacitados e treinados para o exercício de suas responsabilidades relacionadas com o PSOE-ANAC (BRASIL, 2009b)

Enquanto isso, a ICA 3-2 2009 prevê, no seu item 2.2.5, que aqueles provedores de serviço de aviação civil que não possuem um Elo-SIPAER deverão providenciar para que profissionais façam o Curso de Segurança Operacional ministrado pelo CENIPA, para que recebam os conhecimentos necessários e possam, assim, ser devidamente credenciados (BRASIL, 2009c). Ao que o artigo 101 do PSOE-ANAC não reconhece a formação de servidores ou empregados dos PSAC, se essa capacitação ou treinamento não for realizado em organização por ela certificada, ou com instrutores devidamente certificados pela ANAC. O artigo 108 determina, ainda, que cada PSAC desenvolva um Programa de Instrução em

Segurança Operacional (PISO-PSAC) próprio, a ser aceito pela ANAC (BRASIL, 2009b)

## **5 SIPAER X SMS, CONSEQUENCIAS.**

Na visão do novo órgão regulador, existe o entendimento de que a investigação e o controle do tráfego aéreo, segundo os anexos 11 e 13 da OACI, são tarefas do COMAER. Porém, a agência entende que a prevenção é uma atribuição compartilhada, não exclusiva da Autoridade Aeronáutica, que deve ser cumprida com a total independência característica das agências reguladoras. Especialmente no tocante aos anexos obrigatórios ao SMS, que são de sua exclusiva responsabilidade: os de operação de aeronaves (anexo 6) e aeroportos (anexo 14).

Contudo, a legislação oriunda de uma época onde a Autoridade Aeronáutica era única para a gestão da segurança da aviação civil e militar, ainda considera o COMAER como o gestor responsável pelas atividades de prevenção. A falta de harmonização na legislação referente às atividades de prevenção traz um violento impacto em seus entes regulados e, em última análise, nos indicadores e metas de segurança, objetivo final do PSO-BR.

Segundo o levantamento realizado através de um questionário dirigido aos setores responsáveis pela gestão do SIPAER e SMS de entes regulados, como grandes operadores e fabricantes de aeronaves; na sua maioria, apontaram o conflito de atividades de prevenção na aviação civil.

As repostas apontaram também para uma falta de clareza quanto ao limite de responsabilidade das autoridades gestoras deste sistema.

O questionário abordou questões como:

### **1) Clareza ao usuário quanto ao atual modelo de gerenciamento da segurança operacional do Brasil.**

- 25% - - Não está claro; 25% - - Sim está claro; 50% -- Algo parecido com o SMS.

**2) Percepção entre os conceitos de segurança operacional SIPAER e SMS(SGSO)**

- 75% - São claramente diferentes; 25% - Não estão claramente distinguíveis.

**3) Sobre a visão de existência de conflito de gerenciamento entre os dois sistemas.**

- 90% - Sim, existem conflitos; 10% - Não, não existe conflito.

**4) Sobre clareza ao usuário, quanto aos limites de responsabilidade entre as autoridades aeronáutica e de aviação civil, em relação à segurança operacional no Brasil.**

- 90% - Não estão claros; 10% - Estão em transição; 0% - Sim, estão claros.

**5) Quanto à harmonização do SIPAER e SMS(SGSO) na empresa/organização**

- 75% - Harmonização por esforço e iniciativa próprios, sem orientações do Estado; 25% - Não há harmonização.

**6) Em relação ao gerenciamento dos requisitos previstos pela ANAC-SGSO/ CENIPA-SIPAER, se ocorrem em conjunto ou separadamente.**

- 25% - Sobrecarga para atender a todos no mesmo setor; 50% - Ambos atendidos e em conjunto pelo mesmo setor; 25% - Atendidos em setores separados coordenadamente.

**7) Se as ações nas empresas foram frutos de orientações, claramente recebidas, das autoridades competentes.**

- 100% - Não; 100% - Seguem por acesso direto ao modelo via documentação internacional, porém ainda não via autoridade gestora.

**8) Foi solicitado aos entrevistados que dessem sua visão do modelo atual de gerenciamento da segurança operacional no país e qual a influencia nas suas respectivas empresas.**

*A resposta, em linhas gerais, foi de que as empresas aéreas não estão paradas aguardando as diretrizes das autoridades. Existe uma evolução no gerenciamento da segurança operacional independente das orientações e acompanhamento das autoridades.*

*O cenário de mudanças e indefinições, que se arrasta por mais de cinco anos, foi citado como contribuinte para o conflito de demandas e ações que deixam o usuário em dúvida sobre a quem responder. Eles consideram que estamos na inércia do modelo anterior e que os embates por poder e espaço entre as autoridades gestoras, prejudica o usuário. Não existe prevenção de acidentes coordenada no que diz respeito aos operadores.*

*O SGSO, ora exigido pela ANAC às empresas aéreas, a partir de 2009, traz a necessidade de investimento, porém é tido como amplamente justificado pelo resultado em obter melhoria de controles, abordagem por processos e visão sistêmica.*

**9) Finalmente foram solicitadas sugestões para melhoria do modelo, que em linhas gerais trouxe:**

*A necessidade de definição clara do novo modelo de prevenção e investigação, com um órgão ou entidade que tenha a independência necessária para auditar as partes e garantir a qualidade e a contínua melhoria.*

*Buscar modelos simplificados já existentes em outros países, focando o ciclo completo da prevenção, que inclui a normalização, a fabricação, a certificação, a fiscalização e a investigação de ocorrências com a emissão de recomendações. Um modelo similar, distinto e dedicado à aviação militar também deveria ser implementado.*

O conceito de “accountability” que acompanha o SGSO foi citado como uma ferramenta essencial para se fazer conscientizar os responsáveis da importância da prevenção, entretanto este conceito deve ser suportado pela autoridade gestora. É, também, uma excelente oportunidade para moralizar o uso da não punitividade, que tem sido usada de forma conveniente pelos indivíduos e gestores responsáveis, que tenham agido de forma omissa ou negligente no trato da segurança operacional, para evitar as consequências de serem responsabilizados judicialmente por seus atos.

Uma das sugestões apresentadas é que, em nome da clareza e eficiência, fosse definido que um órgão atuaria somente na aviação militar, enquanto o outro atuaria exclusivamente na aviação civil.

Os sistemas SEGVVOO e SIPAER têm agora uma proposta de evolução no SMS, que tem características comuns a ambos, ampliando o envolvimento de todos com a segurança operacional e não somente os especialistas do SIPAER. As ferramentas “SIPAER” estão sendo encampadas sem que sejam harmonizadas com os dispositivos já existentes, na verdade, estão sendo reapresentadas com novos rótulos, o que não significa que não estejam recebendo melhorias.

## **6 CONCLUSÃO**

Ao contrário de outros países que buscam nas recomendações da OACI um norte para suas ações, o Brasil possui soluções em excesso.

O SGSO possui excelentes condições para ser implantado, pois encontra um terreno já semeado pelo SIPAER com uma cultura voltada para a segurança, assim como já existindo ferramentas implantadas e consagradas. Se devidamente associados, os sistemas podem levar o país a um padrão de excelência inigualável no mundo. Evidentemente que o SIPAER possui suas fraquezas e o SGSO deve ser considerado como uma oportunidade e não como uma ameaça.

Renovação, integração e aperfeiçoamento devem ser as idéias norteadoras das ações integradas para que a prevenção de acidentes, responsabilidade de todos, de acordo com o artigo 87 do Código Brasileiro de Aeronáutica, não seja prejudicada pelas atuais dificuldades.

É direito da ANAC, dentro da independência que lhe é conferida, não ter interesse em harmonizar as atividades do SIPAER com o SGSO, adequando as ferramentas do SIPAER com a nova sistemática do SMS. Contudo, é inegável que esta já encontra uma comunidade aeronáutica com sólidos fundamentos culturais de segurança operacional, além da disponibilidade de ferramentas já implementadas pelo SIPAER.

Para melhor aproveitamento dessa cultura existente, deverá a comunidade aeronáutica brasileira clamar por mudanças urgentes no Código Brasileiro de Aeronáutica, pois a previsão do SIPAER como gestor da prevenção, obriga o COMAER a manter ingerências, que ainda são legalmente de sua competência, na área de aviação civil.

É consenso que o SMS, traduzido como SGSO para o Brasil, é uma evolução. Há vontade e competência em ambas as instituições, porém, é fundamental que os limites de competência entre as autoridades gestoras estejam claros, especialmente no que tange aos seus entes regulados, permitindo que os recursos existentes sejam canalizados adequadamente para suas respectivas finalidades.

Uma das linhas de ação pode ser, por exemplo, o CENIPA e o SIPAER serem mantidos exclusivamente para a área militar. Com a devida unificação de conceitos e ferramentas, o CENIPA poderia continuar seu trabalho de excelência na formação de recursos humanos.

Atenderia não só às demandas da área militar como, com as devidas certificações, poderia atender à ANAC, na formação referente ao SGSO, tanto dos provedores de serviço de aviação civil, como também dos próprios profissionais daquela agência.

Ganharia o usuário e a segurança operacional brasileira, com profissionais de alto nível, conceitos e iniciativas integradas e tarefas divididas entre uma autoridade de aeronáutica civil moderna, sintonizada com as melhores práticas de gestão da segurança operacional mundial; e uma autoridade aeronáutica forte, voltada exclusivamente para a área militar de defesa, incluindo o seu sistema de controle de tráfego aérea integrado com a defesa aérea, único no mundo, e atualizada com os melhores sistemas de gestão praticados na aviação civil disponíveis a serem utilizados na área militar.

Para isso, é necessário abrir mentes de forma profissional, abandonar vaidades e ter a consciência de que todos nós somos usuários do mesmo sistema

de aviação civil e precisamos da sua eficiência e segurança como fator estratégico de defesa.

Este artigo concita que mais pesquisas e análises na legislação sejam conduzidas na busca de soluções de consenso, abandonando paradigmas, observando os princípios da legalidade e evoluindo para um modelo de gestão que melhor aproveite toda a potencialidade existente em nosso País.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **Acidentes/ fatalidades**. 2006<sup>a</sup>

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes **Aeronáuticos. Acidentes/fatalidades, dados até 20 de setembro de 2006**. 2006b

BRASIL. Decreto n. 21.713, de 27 de agosto de 1946. Promulga a Convenção sobre Aviação Civil Internacional, concluída em Chicago a 7 de dezembro de 1944 e firmado pelo Brasil, em Washington, a 29 de maio de 1945. Disponível em: <[http://www2.mre.gov.br/dai/m\\_21713\\_1946.htm](http://www2.mre.gov.br/dai/m_21713_1946.htm)>. Acesso em 10 set. 2009.

\_\_\_\_\_. Decreto n. 69.565, de 19 de novembro de 1971. Institui o Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáutica, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 22 nov. 1971.

\_\_\_\_\_. Decreto n. 87.249, de 07 de junho de 1982. Dispõe sobre o Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos e dá outras providências. . **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 09 jun. 1982.

\_\_\_\_\_. Decreto n. 6.780, de 18 de fevereiro de 2009. Aprova a Política Nacional de Aviação Civil (PNAC) e dá outras providências. Brasília, 2009a Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2009/Decreto/D6780.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Decreto/D6780.htm)>. Acesso em: 10 set. 2009.

\_\_\_\_\_. Lei n. 7.565, de 19 de dezembro de 1986. **Código Brasileiro de Aeronáutica**. Brasília. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 23 dez. 1986 e retificada em 30 dez. 1986.

\_\_\_\_\_. Lei n. 11.182, de 27 de setembro de 2005. Cria a Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil** , 28 set. 2005.

\_\_\_\_\_. Ministério da Defesa. Agência Nacional de Aviação Civil. **Programa de Segurança Operacional Específico da Agência Nacional de Aviação Civil. (PSOE-ANAC)**. Aprovado pela Resolução n. 84, de 11 maio de 2009. Brasília, 2009b Disponível em:<[http://www.anac.gov.br/biblioteca/boletim/PSOE-ANAC\\_versao\\_4.pdf](http://www.anac.gov.br/biblioteca/boletim/PSOE-ANAC_versao_4.pdf) > Acesso em: 10 set. 2009.

\_\_\_\_\_. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica.- **ICA 3-2: Programa de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos da Aviação Civil Brasileira para 2009**. Brasília, 2009c Disponível em:

<[http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/paginas/dpc/ica3\\_2.pdf](http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/paginas/dpc/ica3_2.pdf) > Acesso em: 6 set. 2009.

\_\_\_\_\_. Ministério da Defesa. **Programa Brasileiro para a Segurança Operacional da Aviação Civil**. Aprovado pela Portaria Conjunta n. 764/GC5, de 14 de agosto de 2009d. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 17 de ago.2009. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/arquivos/pdf/PSO-BR.pdf>> Acesso em: 10 set. 2009.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Doc 9859 AN/460: Safety Management Manual (SMM)**. Montreal, 2006, 290p.

## **OPERATIONAL SAFETY MANAGEMENT: IMPACT ON AIRCRAFT ACCIDENT PREVENTION**

**ABSTRACT:** This article aims at alerting the Brazilian civil aviation community on the impact caused on aircraft accident prevention by the new safety management model adopted by Brazil in civil aviation. Being broadly restructured, today the model shows two major changes: Flight Safety is now called Operational Safety. And management, which used to be the exclusive task of the Aviation Authority (Command of Aeronautics), is now being shared with the National Civil Aviation Agency (ANAC), the Civil Aviation Authority. By means of documentary and bibliographic research, this paper reviews the legal foundation in historical terms, and describes the current situation, explaining the reasons for the impact on aircraft accident prevention. Notwithstanding the fact that the safety of aeronautical industry is a common goal of both government institutions, there are some indicators showing an urgent need for adjustments in the new model to better coordinate and harmonize the authorities responsible for the management. The conclusion is that the lack of such adjustments harms the user's perception as for the priorities to be considered for the sake of preventing accidents, one of the pillars in sustaining operational safety. Further contributing to the difficulties associated with a transition between management models, are those derived from the very human characteristic of resisting changes and break of paradigms.

**KEYWORDS:** Civil aviation. Operational safety management. Aircraft accident prevention.

## **FISIOLOGIA DA FADIGA, SUAS IMPLICAÇÕES NA SAÚDE DO AVIADOR E NA SEGURANÇA NA AVIAÇÃO**

Luciene Conte Kube <sup>1</sup>

Artigo submetido em 18/08/2010.

Aceito para publicação em 14/10/2010.

**RESUMO:** O objetivo deste artigo é revisar alguns aspectos relevantes sobre o conceito de fadiga, os mecanismos conhecidos da fadiga periférica, algumas hipóteses dos mecanismos de fadiga central e as implicações no processo de fadiga do avião. A fadiga, seja ela periférica ou central, é um conceito complexo, um conjunto de conhecimentos ainda não consolidado. Apresenta-se como um processo que extrapola sintomas, tais como as respostas visíveis dos mecanismos fisiológicos desencadeantes de fadiga, sendo que a hipótese básica aqui discutida fundamenta-se no encadeamento de fenômenos, primariamente energéticos, seguidos de respostas neuroendócrinas e neuroimunológicas. Essas compõem um quadro sintomático de queda de desempenho físico e mental do avião, minimizado, segundo estudos da fisiologia do trabalho aplicada à aviação, por um melhor condicionamento físico, principalmente da aptidão física aeróbica. Aviadores, em alguns estudos, apresentaram respostas satisfatórias no enfrentamento dos processos de fadiga por estarem bem condicionados aerobicamente. Esse fato aponta para a necessidade de desenvolvimento de programas profiláticos de treinamento, em especial, da aptidão aeróbica, que têm o objetivo de melhorar o desempenho do piloto nas tarefas de cabine e segurança de voo, com consequentes benefícios para a qualidade de vida do avião.

**PALAVRAS CHAVE:** Aptidão aeróbica. Fadiga do avião. Segurança de voo.

### **1 INTRODUÇÃO**

A fadiga é uma condição restritiva para a continuidade de trabalho e embora a fisiologia apresente variadas hipóteses para explicá-la, ainda não existe um conhecimento consolidado, uma vez que a fadiga parece sofrer interferências, basicamente, de duas frentes, uma física e outra mental, ou psicológica (ASTRAND et al., 2006).

---

<sup>1</sup> Bacharel em Biomedicina (1979), Especialista em Biologia da Performance Humana (Instituto de Biociências – IB-UNESP, 1991), Mestre em Ciências da Motricidade (IB-UNESP-SP, 1995), Especialista em Administração avançada com ênfase em Gestão Pública (FAAP-SP/ 2006), Doutora em Ciências Aeroespaciais (Universidade da Força Aérea, UNIFA, 2010). Atualmente Professora da Academia da Força Aérea e pesquisadora na área de Antropotecnologia, foco na utilização de tecnologia e transferência tecnológica (ênfase em Defesa Nacional), Desenvolvimento de performance humana em vôo, segurança e saúde do aeronauta. [lucienelck@gmail.com](mailto:lucienelck@gmail.com)

Na fadiga o organismo perde eficiência, mas essa perda não pode ser definida como exclusivamente física ou, então, mental. Portanto, sugerem-se, a princípio, duas visões diferentes, a título de definição. Uma é a fadiga muscular, que acaba redundando na fadiga periférica, outra é a Fadiga Geral, também conhecida como Fadiga Central (KROEMER; GRANDJEAN, 2005).

Para Mota, Cruz e Pimenta (2005) e Astrand et al. (2006), o conceito de fadiga está ainda imaturo. Após quase um século de pesquisas algumas hipóteses vão sendo propostas e, ao que tudo indica, algumas fases do processo de fadiga ainda não foram completamente explicadas, todavia, tudo indica que o processo metabólico é desencadeado desde o início da atividade, embora seus sintomas apareçam progressivamente ao longo da atividade.

Limongi França e Rodrigues (1999) entendem a fadiga como um estado físico e mental, resultante de um esforço prolongado ou repetido, repercutindo sobre vários sistemas do organismo e provocando múltiplas alterações de funções. Invariavelmente essas alterações levam a uma diminuição do desempenho laboral de forma qualitativa e quantitativa. Em seu ápice contribui para o absenteísmo no trabalho e vários distúrbios psicológicos, que afetam a vida pessoal, familiar e social.

Astrand et al. (2006) sugerem que a fadiga pode ser definida como um estado de perturbação na homeostasia, podendo tal perturbação ser atribuída ao tipo e intensidade do trabalho e do ambiente no qual é realizado. Com isso são produzidos sintomas subjetivos e objetivos. Sintomas subjetivos vão desde uma leve sensação de cansaço até sensação de exaustão.

Hipóteses na área da fisiologia do esforço e da psicofisiologia tentam aliar a sintomatologia subjetiva aos aspectos fisiológicos objetivos ou mensuráveis, tais como acúmulo de lactato e amônia no sangue e outros aspectos bioquímicos mais complexos.

Sensações subjetivas de fadiga, como sensação de cansaço e fraqueza

geral podem ocorrer após o final de um dia de trabalho, de oito horas, com carga média de 30 a 40, até 50%, além da potência aeróbia máxima do indivíduo (ASTRAND et al., 2006). Isso faz aparecer sinais objetivos como dores musculares, tonturas, dor de cabeça, devido à tensão emocional, ansiedade, aumento da frequência cardíaca e respiratória, além de pressão arterial alterada e de alterações digestivas.

Provavelmente tais alterações orgânicas sintomáticas podem dificultar a tomada de decisões, pois a capacidade de concentração, provavelmente estará comprometida, juntamente com a evocação da memória. Não há dúvida que a atuação do aviador, diante desse quadro, poderá comprometer o desempenho das funções básicas de seu trabalho, o que leva a aumentar a probabilidade de erros e acidentes aéreos.

O conhecimento das respostas psicofisiológicas tem relevante importância na aviação, se considerado o alto percentual de participação humana (cerca de 90% no período de 1989 a 1999) nas ocorrências acidentais na aviação do Exército (RIBAS, 2003).

São revisados alguns aspectos metabólicos relevantes que redundam na instalação da fadiga, considerando os mecanismos conhecidos de fadiga periférica, algumas hipóteses sobre a fadiga central e as implicações do processo de fadiga no trabalho do aviador e conseqüente segurança de voo.

O objetivo básico dessa breve revisão de literatura está em mostrar o provável encadeamento desses fenômenos, sendo primariamente energéticos seguidos dos fenômenos neuroendócrinos e neuroimunológicos, que acabam compondo um quadro geral de sintomas clássicos, que externamente se denominam de fadiga. Baseado nesses fatos, discute-se as implicações dessas manifestações nas atividades do aviador e o papel profilático da boa aptidão física aeróbica como retardador do processo de fadiga.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Mecanismos fisiológicos do processo de fadiga periférica

Na fadiga periférica, a complexidade se estabelece através do tipo de contração muscular, da frequência, da intensidade e duração do exercício, além do tipo de fibras do grupo muscular.

Existem basicamente três tipos de fibras musculares, que apresentam, devido a suas características bioquímicas e neurais, diferentes velocidades de contração. As fibras do tipo I, são fibras lentas com baixa capacidade glicolítica em contraste com alta capacidade oxidativa, recebem grande fluxo sanguíneo e são providas de grandes quantidades de mitocôndrias, se encarregando, portanto, do trabalho aeróbico prolongado.

O tipo IIa são fibras que trabalham de forma predominantemente anaeróbica, mas que possuem uma certa capacidade oxidativa e, embora especializadas em rápidas explosões e repostas muito velozes possuem uma boa resistência à fadiga. São fibras intermediárias nos processos metabólicos energéticos. Em contrapartida, o Tipo IIb, são fibras rápidas, com alta capacidade glicolítica, mas baixa aptidão oxidativa, não necessitam de muito aporte sanguíneo e servem para atividades rápidas, intensas e intermitentes no ritmo motriz. (WILMORE; COSTILL, 2001).

No exercício prolongado, a intensidade do trabalho tem muita importância, uma vez que a medida quantitativa da capacidade individual para sustentar um exercício prolongado, portanto, aeróbico, é o nível do consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2máx}$ ), um indicador da aptidão de captação de oxigênio pelo organismo.

Segundo Rossi e Tirapegui (1999), experimentos que investigam os fenômenos da fadiga advindos do exercício físico, dão conta que a intensidade em que são executados atinge a faixa de 60 a 90% do  $VO_{2máx}$ , durante um determinado tempo de exercício.

O tempo de duração e a intensidade da atividade determinam a ativação

dos sistemas bioenergéticos. No exercício intenso e prolongado, a fadiga se apresenta predominantemente através da hipoglicemia, pela escassez de glicose e o consequente e paulatino decréscimo do nível de oxidação de carboidratos e depois de lipídios, com destaque para a relação existente entre a depleção do glicogênio estocado, tanto no músculo, quanto no fígado e a resistência ao exercício (ROSSI; TIRAPEGUI, 1999).

Em exercícios de alta intensidade e curta duração, que atingem cerca de 90% do  $VO_{2máx}$ , uma parte da energia requisitada para o movimento acaba desviada para a produção de metabólitos, como o lactato, aumento do fosfato inorgânico (Pi) pela quebra do trifosfato de adenosina (ATP), formação de difosfato de adenosina (ADP) e monofosfato de Adenosina (AMP), liberação de íons de hidrogênio ( $H^+$ ) e consequente queda do pH sanguíneo. O acúmulo desses metabólitos acaba gerando um menor rendimento muscular no exercício.

O trifosfato de adenosina (ATP) é uma molécula fosfatada de alta energia que através de hidrólise libera uma grande quantidade de energia, sendo a principal fonte de fluxo energético do organismo. Precisa ser mantida em alta concentração, pois uma vez utilizada como fonte energética, deve ser reposta na mesma proporção para que a sua concentração não sofra desequilíbrio desfavorável e desencadeie processos de queda de rendimento (HOUSTON, 2001).

Na contração muscular, a quebra de uma molécula de ATP resulta na formação de uma molécula de ADP (difosfato de adenosina), e a liberação de fosfato inorgânico, além de uma quantidade de energia de 7,6 kcal/mol de ATP (WILMORE; COSTILL, 2001).

Grande parte da formação de ATP acontece por meio de processos aeróbicos, mas também é formado em processos anaeróbicos, porém em menor quantidade. Há uma proporção de restituição de ATP, na qual duas moléculas de ADP são necessárias para restituir uma de ATP e uma de AMP (monofosfato de adenosina). Com a intensidade e, principalmente, a duração da atividade muscular, essa proporção de refosforilação de ADP para ATP sofre um decréscimo fazendo

com que o ADP e o AMP comecem a se concentrar no tecido muscular.

No exercício moderado, o ciclo adenina nucleotídeo induz a deaminação do AMP para IMP (monofosfato de inosina) e o músculo produz grande quantidade de amônia. Isso acontece, segundo Rossi e Tirapengui (1999), não só nos músculos ativos, mas também no tecido cerebral e até em outros órgãos. A amônia produzida está associada tanto à fadiga periférica, quanto à fadiga central, sendo, apenas, mais um dos componentes desse complexo processo.

A depleção de glicogênio na atividade muscular intensa e prolongada induz a formação de IMP (monofosfato de inosina), um sinalizador de estresse metabólico, em conjunto com o acúmulo de lactato e a diminuição de fosfocreatina, com aumento da enzima creatina-quinase no sangue, um marcador de dano e exaustão muscular, denotando fadiga intensa.

O lactato acumulado durante um exercício intenso e prolongado é considerado um dos mais populares marcadores bioquímicos da fadiga. Pela intensidade e pela duração do exercício, há um desequilíbrio no processo de remoção do lactato, o que o faz acumular-se, uma vez que é produzido continuamente no organismo, sendo, porém, a remoção deste mais eficiente em um organismo em condições de repouso.

Quando o organismo não possui mais condições de manter-se na via oxidativa, devido ao déficit de oxigênio e à falência dos mecanismos oxidativos, que inclui carboidratos e lipídeos, desvia-se da produção de piruvato em direção à produção de lactato, que atinge alta concentração no tecido muscular e se difunde por todo organismo (HOUSTON, 2001).

Tal fato diminui o pH (aumento da quantidade de íons Hidrogênio nos tecidos e fluidos corporais) das células musculares provocando acidez no meio extracelular, que afeta a produção de energia e a contração muscular. O pH inferior a 6,9 inibe a ação da Fosfofrutoquinase (PFK), uma enzima chave no processo glicolítico, diminuindo a velocidade da glicólise e, conseqüentemente, da produção de ATP, reduzindo, portanto, a produção de energia para o movimento.

A alta concentração de íons  $H^+$  afeta o fluxo de cálcio ( $Ca^{+2}$ ) na fibra, interferindo no acoplamento das pontes cruzadas actina/miosina, presentes no músculo, o que reduz progressivamente a quantidade de fibras musculares capazes de se contrair (WILMORE; COSTILL, 2001).

Deixando o meio intramuscular, pesquisas sugerem que certas condições podem resultar em fadiga em face de uma incapacidade de ativação das fibras musculares, ou seja, o impulso nervoso. Transmitido através da junção neuromuscular, ele é responsável pela ativação da membrana, fazendo com que o retículo sarcoplasmático libere o cálcio que se liga à troponina, que se acopla aos filamentos de actina e miosina. Isso provoca um deslizamento de miosina sobre a actina provocando um encurtamento ou alongamento das fibras musculares, produzindo movimento. Falhas no mecanismo de transmissão do impulso nervoso comprometem a produção do movimento. A fadiga pode acontecer na junção neuromuscular o que impede a transmissão do impulso nervoso para a membrana sarcoplasmática (WILMORE; COSTILL, 2001).

Wilmore e Costill (2001) elencam uma série de possíveis falhas, entre elas, redução da liberação ou da síntese de acetilcolina, o neurotransmissor que proporciona a passagem de impulso dos neurônios motores para a membrana muscular. Aqui pode estar o ponto de transição entre a fadiga periférica e a fadiga central.

A hiperatividade de colinesterase, enzima que degrada a acetilcolina, pode impedir uma concentração suficiente do neurotransmissor capaz de desencadear o potencial de ação que transmite o impulso adiante. Também a hipoatividade dessa enzima acaba permitindo um excesso de acetilcolina na junção, paralisando a fibra muscular. Para Astrand, *et al.* (2006), esse fenômeno é considerado próprio da fadiga muscular, no entanto alguns pesquisadores o classificam como próprios da fadiga central (ASCENSÃO *et al.*, 2003).

Para Rossi e Tirapegui (1999), o processo de contração muscular e de fadiga ainda exige mais pesquisas, pois se trata de um evento de interação

fisiológica bastante complexo. O que se percebe é a grande complexidade do assunto, a escassez de pesquisas que comprovem hipóteses da área e talvez um problema na concepção do conceito de fadiga. Dessa forma algumas áreas, ainda pouco reconhecidas na comunidade científica, propõem hipóteses que correlacionem fatores fisiológicos e fatores psíquicos, como é o caso da psicofisiologia.

## **2.2 Hipóteses sobre os mecanismos fisiológicos do processo de fadiga central**

Um exercício moderado a intenso produz uma sobrecarga, prioritariamente, em três sistemas orgânicos: (a) Sistema Bioquímico – via metabólica, com depleção de glicogênio que posteriormente afeta a utilização dos aminoácidos, (b) Sistema Neuronal – via neuromuscular, provoca decréscimo da função neuromuscular, (c) Sistema Endócrino – via adrenal, que libera, por exemplo, o cortisol, também chamado de hormônio do estresse. Isso acontece quando o exercício físico se prolonga ou também em outras condições nas quais a reserva de carboidratos está diminuída no organismo (HOUSTON, 2001).

O sistema neural atuante nos mecanismos de fadiga periférica já é bastante conhecido e se baseia na disfunção do processo de contração, como impedimentos na transmissão neuronal no retículo sarcoplasmático, ligados à oferta energética de glicose e trifosfato de adenosina (ATP), além da disponibilidade de liberação de cálcio no sistema. Isso pode explicar a queda de rendimento.

Por outro lado, algumas hipóteses defendem que um rendimento comprometido não está exclusivamente ligado a uma diminuição da concentração de glicose sanguínea, glicogênio hepático e muscular e sim a um mecanismo central que acaba limitando o rendimento e estabelecendo o ponto de exaustão (ROSSI; TIRAPEGUI, 1999).

Investigações nos últimos 30 anos focaram suas atenções sobre o metabolismo dos carboidratos e das gorduras durante o exercício, deixando de lado o papel das proteínas. No entanto, estudos mais recentes voltaram-se para a

verificação da interferência das proteínas, que parecem contribuir significativamente no rendimento do exercício ou estresse prolongado (ROSSI; TIRAPEGUI, 1999).

A hipótese da fadiga central destaca o papel dos aminoácidos como precursores de alguns neurotransmissores cerebrais, supondo que sob condições de exercício ou atividade intensa e prolongada tais neurotransmissores atuem nos sistemas monoaminérgicos desenvolvendo algumas das fases do processo de fadiga. Todavia pouco se sabe realmente sobre esse processo. Existem estudos e hipóteses ainda sem comprovação confiável (ROSSI; TIRAPEGUI, 1999).

Aminas biogênicas são compostos funcionais responsáveis pela regulação do metabolismo. Formam-se a partir de um processo chamado descarboxilação de aminoácidos aromáticos, tais como a fenilalanina, tirosina e triptofano, esse último, precursor do neurotransmissor serotonina, que desperta interesse na pesquisa da fadiga central. Embora não seja o único envolvido na percepção e desenvolvimento da fadiga, ele interfere diretamente sobre os aspectos comportamentais, como a formação da memória, os processos de sono e das alterações do humor (ROSSI; TIRAPEGUI, 1999).

Derivadas da tirosina estão as catecolaminas, como a dopamina, noradrenalina e adrenalina, sendo a dopamina o primeiro neurotransmissor a ser relacionado à fadiga central. A dopamina está diretamente relacionada à função motora e foi amplamente utilizada por esportistas para melhorar desempenho atlético. Também foi usada como anorético para a supressão do apetite.

O cortisol parece contribuir no processo de desenvolvimento da fadiga central, através de sua influência na diminuição da síntese protéica aumentando a degradação das proteínas. Dessa forma aumenta-se a oferta de aminoácidos para o processo de gliconeogênese, ou seja, o processo de produção de glicogênio a partir de outras fontes que não a glicose. Um provável desequilíbrio de produção/utilização de aminoácidos pode desandar a produção e liberação de neurotransmissores cerebrais. Isso fomenta a questão da origem da fadiga central com notável prejuízo de rendimento (ROSSI; TIRAPEGUI, 1999).

Bara Filho *et al.*(2002) em experimento com grupos de nadadores competitivos de alto desempenho, relacionaram um tratamento experimental de relaxamento progressivo com a diminuição do nível de cortisol sanguíneo desses atletas. Concluíram que parece haver uma grande relação psicofisiológica entre estresse, fadiga e nível de exigência física e psicológica.

Um estressor, ou seja, o agente causador do estresse pode por insistência de sua participação no processo, levar à fadiga. Isso resulta em hiperfuncionamento do sistema nervoso simpático e do sistema neuroendócrino, em especial a glândula supra-renal, acelerando o organismo e secretando entre outros o cortisol, o hormônio do estresse. Para equilibrar esse desgaste o hipotálamo e o sistema nervoso parassimpático, numa reação pró-homeostase, trabalham num processo inverso para auxiliar na adaptação orgânica.

Segundo Toivanen (1994 apud BARA FILHO *et al.*, 2002) uma grande liberação de cortisol pode estar refletindo situações em que o sujeito está perdendo o controle, entrando em fase de distresse (estresse excessivo e negativo) e posterior ou concomitante depressão.

Bara Filho *et al.* (2002) demonstraram que uma redução de níveis de cortisol se consegue com um programa de relaxamento progressivo, que promove maior autocontrole, suposta previsibilidade de ação e provável envolvimento prazeroso e motivador com a tarefa desenvolvida.

Essas constatações são de grande importância para o trabalho com aviadores, entre os quais se apresentam o estresse, a fadiga e vários agravantes a médio e longo prazos, caso não sejam tratados. O benefício de um programa de relaxamento pode interferir na redução das possibilidades de perda de controle psicofisiológico e diminuir o desenvolvimento de síndromes crônicas, como a síndrome metabólica, além de afetar positivamente as condições de segurança de voo e a qualidade de vida do trabalhador.

Outro protagonista provável no desenvolvimento do processo de fadiga central aparece em recentes estudos. Segundo Prestes *et al.* (2006), o comando

neural central pode sofrer interferência da Interleucina-6, que é uma citocina; ou seja, um grupo de proteínas bioquimicamente ativas com funções endócrinas e metabólicas.

A interleucina-6 é conhecida por ser uma molécula de sinalização associada ao controle e à coordenação de respostas imunes, sendo secretada primeiramente pelos macrófagos e linfócitos (tipos de glóbulos brancos) sempre em resposta a uma lesão ou a uma infecção (PRESTES et al., 2006).

Nos últimos anos, pesquisas revelaram que a interleucina-6 está relacionada ao exercício e por isso recebeu também a denominação de miocina, por ser produzida e liberada no músculo em resposta ao exercício físico, embora exerça seus efeitos também em outros órgãos do corpo.

De acordo com Prestes *et al.* (2006), esta citocina exerce importante papel na manutenção da homeostasia da glicose durante o exercício prolongado, para aperfeiçoar a resposta metabólica muscular no exercício. No entanto, a Interleucina-6 aumenta exponencialmente com o aumento da duração e da intensidade do exercício, sofrendo influências da quantidade de massa muscular que está sendo recrutada na atividade, da quantidade de glicogênio estocada e aptidão aeróbica do indivíduo.

A queda na concentração de glicogênio muscular pode ser um fator crítico que dispara a resposta da interleucina-6 no exercício e sinaliza uma transição do fenômeno energético para o fenômeno neuroendócrino e neuroimunológico, que compõe parte da hipótese sugerida neste artigo.

A interleucina-6 acaba interferindo no metabolismo dos neurotransmissores, estimulando o sistema neuroendócrino na direção da fadiga, por aumento, em especial, de produção de serotonina.

A serotonina, ou 5-Hidroxitriptamina (5-HT) é um neurotransmissor derivado do aminoácido triptofano, produzido em menor escala no núcleo da Rafe no tronco cerebral, e cerca de 90% nas células enterocromafins do trato gastrointestinal.

Esse neurotransmissor é responsável pela regulação do humor, do sono, da

atividade sexual, do apetite, do ritmo circadiano, das funções neuroendócrinas, da temperatura corporal, da sensibilidade à dor, da atividade motora e das funções cognitivas. Seu provável envolvimento nos processos de fadiga central, durante exercícios prolongados, está diretamente relacionado à diminuição de sua disponibilidade no Sistema Nervoso Central, em especial com o aparecimento do cansaço e do sono, conseqüentemente comprometendo o nível de concentração e atenção (ROSSI; TERAPEGUI, 1999).

Boa disponibilidade retarda o aparecimento de sintomas como a diminuição da concentração mental e da atenção, o cansaço e o sono. Em resumo, aponta para o fato de que a serotonina em quantidades adequadas é ótima reguladora de processos importantes para a convivência do ser humano com o ambiente (ROSSI; TERAPEGUI, 1999).

A psiconeuroimunologia (PNI), um campo multidisciplinar emergente, formula a hipótese do Efeito Gatilho (trigger effect), na qual, mensageiros químicos cerebrais, que afetam diretamente o sistema imunológico, podem ser ativados por emoções, tais como a ansiedade, a raiva, depressão e estresse. Tais emoções influenciam o sistema nervoso autônomo, responsável pela vida vegetativa, controlando a frequência cardíaca, a pressão arterial, a frequência respiratória, entre outras respostas fisiológicas (RIBAS, 2003).

Respostas bioquímicas envolvem a liberação de catecolaminas, cortisol e opiáceos orgânicos, como a beta endorfina e a encefalina, liberados durante o estresse. Essas substâncias afetam o sistema imunológico produzindo imunossupressão aguda. Quando a quantidade e qualidade de estresse são mantidas por longo tempo, a imunossupressão torna-se crônica com inúmeros transtornos de ordem psicofisiológica (RIBAS, 2003).

O estresse mental agudo e intenso afeta também processos ligados à trombogênese, ou seja, há uma redução da atividade do ativador do plasminogênio tecidual, com aumento do tempo de lise (quebra) dos coágulos, expondo o organismo a riscos de trombose e embolia, pelo aumento da ativação plaquetária,

aumento de viscosidade sanguínea e diminuição do volume plasmático circulante (LOURES et al., 2002).

### **2.3 Implicações do processo de fadiga no trabalho do aviator**

Como principais atributos críticos da fadiga aparecem: cansaço, exaustão, desgaste, alteração da capacidade funcional e falta de recursos/energia (MOTA; CRUZ; PIMENTA, 2005).

As manifestações de fadiga têm sido associadas a um declínio de força muscular produzido durante e após o exercício máximo e submáximo, com incapacidade de manter a intensidade da atividade ao longo do tempo, bem como ao decréscimo da velocidade de contração muscular e um tempo maior para que a musculatura relaxe, tanto por influência de fatores energéticos, quanto de fatores de transmissão neural (ASCENSÃO et al., 2003).

As principais consequências são: letargia, sonolência, diminuição da motivação, atenção e concentração, mal-estar, todos eles problemáticos para o aviator e a segurança de voo (MOTA; CRUZ; PIMENTA, 2005).

Parece inevitável que os aviadores sejam submetidos a variadas e adversas condições de trabalho que, normalmente provocam desgaste na saúde, comprometendo sua qualidade de vida, bem como as condições de segurança do voo.

Pilotos são submetidos a provas fisiológicas de exaustão, que envolvem situações de hipóxia, de alternadas acelerações +G e -G, entre outras, que servem para diagnosticar a capacidade física de reserva, objetivando delimitar os níveis de respostas destes em situação de emergência. Para alguns pilotos, um estado de excitação e, até certa exaustão, parecem ser positivos, segundo Cereser (1985), mas para a maioria deles a fadiga faz cair o nível de prontidão psicomotora, expondo o aviator à maior possibilidade de acidentes.

Para Cereser (1985) a questão da exaustão deve ser analisada

cuidadosamente para não ser considerada apenas como um fenômeno predominantemente subjetivo separada da dependência com a situação funcional do sistema neuro-vegetativo e da motivação.

O fenômeno da fadiga passa a ser um importante aspecto da segurança de voo que foi exposta de forma objetiva, segundo Kanashiro:

O que pode fazer com que um piloto capacitado, com excelente formação, demonstrando estar nas melhores condições psicofisiológicas cometa um erro de julgamento ou tome uma decisão inadequada e ocasione um acidente? A fadiga pode ser uma das respostas (KANASHIRO, 2005 apud, CUNHA, 2007, p. 35).

A fadiga do aviador em voo está presente, juntamente com os sinais e sintomas derivados dela em 35% dos acidentes aeronáuticos. “É uma condição subjetiva, de difícil identificação, que avança insidiosa e perigosamente sobre as tripulações, sendo seu estudo fundamental para a medicina aeroespacial” (KANASHIRO, 2005 apud, CUNHA, 2007, p. 35).

Não há dúvida que para enfrentar tais situações o organismo deve estar bem condicionado, principalmente aerobicamente, com base na fisiologia que foi discutida até o momento, para responder com mínimo dano possível ao sistema, seja ele agudo ou crônico.

Palma e Paulich (1999) estudaram o papel da aptidão física aeróbia nas respostas ao desgaste geral entre pilotos da caça da Força Aérea Brasileira. Esses pilotos são requisitados de forma relevante em seu potencial de raciocínio e de interação antropotecnológica, ou seja, a interação entre homem-máquina-tarefa em suas manobras e deslocamentos, sendo que o estresse gerado na atividade aérea pode acarretar um desgaste geral do piloto.

Numa aeronave de caça existem vários fatores que estimulam o estresse e a fadiga, tais como a grande velocidade de voo, o reduzido espaço da cabine do piloto, imobilização na cadeira através de cintos, capacetes justos, máscaras que causam grande incômodo na face, as diversificadas manobras e forças acelerativas alternadas constantemente pelas manobras da aeronave, sem contar as vibrações e

ruídos, grandes variações de temperatura e radiações atmosféricas que estimulam o desenvolvimento da fadiga (PALMA; PAULICH, 1999).

Palma (1998) afirma que, de forma geral, as condições de trabalho do aviador, militar ou civil, devem ser analisadas através das propriedades biológicas, físicas e químicas que geralmente intervêm no ambiente de trabalho e no organismo do aeronauta. Sem contar o trabalho em variados turnos que afetam o ritmo circadiano do piloto, desregulando funções orgânicas importantes, tais como o sono, a alimentação, a ansiedade, avaliadas em pesquisas como a de Tvaryanas e Thompson (2006), que consideraram também o trabalho das equipes de manutenção de aeronaves que seguem os turnos de voo.

Tvaryanas e Thompson (2006) recomendam em seu estudo, o desenvolvimento de programa de gerenciamento para promoção de cuidados com o sono, enfrentamento de estresse e de fadiga, através de diferentes modos, seja no trabalho ou em sua casa, para minimizar a instalação da fadiga (TVARYANAS; THOMPSON, 2006).

De acordo com o relatório do Departamento Intersindical de Estudo e Pesquisa de Saúde e dos Ambientes de Trabalho (DISAET), realizado com aeronautas em 1995, o ruído, por exemplo, chega a ser prejudicial não só para a audição, mas também atua desencadeando reações fisiológicas que compreendem a taquicardia, elevação da pressão arterial, cefaléia, ansiedade, insônia e irritabilidade, que acabam desenvolvendo um fenômeno denominado “fadiga de voo”, segundo relatório do DISAET (1995 apud PALMA, 1998, p. 43).

O sistema cardiovascular é prontamente ativado nas respostas às situações estressoras e responde com aumento da frequência cardíaca, aumento da contratilidade, do débito cardíaco e pressão arterial (WILMORE; COSTILL, 2001).

Para esse enfrentamento o organismo humano desenvolveu um sistema complexo de ativação e resposta que é comandado, prioritariamente, pelo sistema nervoso central, que atribui ao eixo hipotálamo-hipófise-adrenal e o sistema nervoso autônomo, a tarefa de manter a homeostasia, seja quando o organismo está em

repouso, ou diante de situações de estresse. Tal sistema cuida de funções vitais como a respiração, o ritmo cardíaco e o metabolismo intermediário (LOURES, et al. 2002 ; BRANDÃO, 2001).

Não obstante, deve se considerar também as condições de organização do trabalho que engloba sua divisão social, a hierarquia, a distribuição de tarefas, índices de produtividade, entre outros, que influenciam sobremaneira as condições de enfrentamento do aeronauta à demanda de estresse, seja ele militar ou civil.

Na sobrecarga física e emocional o indivíduo tem seus processos fisiológicos comprometidos, que se manifestam organicamente de variadas formas. Moraes (2001) propõe que sejam realizados regularmente exames hematológicos e bioquímicos em aviadores, pois podem ser obtidas algumas respostas prévias do estado fisiológico desse trabalhador, com o objetivo de prevenir o desenvolvimento de doenças crônicas e evitar uma condição laboral insegura, o que, para a aviação tem enorme impacto socioeconômico.

Tal proposta parece pertinente ao se considerar os diversos marcadores bioquímicos aqui já citados, como, por exemplo, o cortisol e o lactato, e os marcadores hematológicos, como a tipificação e quantidade dos leucócitos, das hemácias e plaquetas. Fatores neuroimunológicos podem ser detectados através desses exames e tratamentos podem ser desenvolvidos para melhorar as condições do aviador (MORAES, 2001).

Ribas (2003) em seu estudo sobre o fenômeno da fadiga central na pilotagem de helicópteros, considerando a condição da aptidão aeróbia dos pilotos focou os conhecimentos desenvolvidos pela psicofisiologia e, com base nesses conhecimentos afirma que para realizar uma tarefa importante o aviador é submetido a uma intensa carga psíquica que envolve riscos e consequências. As manifestações abarcam desde as respostas fisiológicas como também respostas cognitivas, psicomotoras e emocionais.

Dessa forma o referido autor relacionou o retardamento da fadiga central com o melhor nível de aptidão física dos pilotos de helicópteros, sobretudo da

aptidão aeróbica que parece estimular respostas diferenciadas na determinação e empenho contra agentes estressores para realizar as tarefas.

Estudos como o de Hawkins, *et al.* (1992 apud RIBAS, 2003) que envolveram indivíduos durante 10 semanas de treinamento aeróbico, concluíram que os indivíduos melhor condicionados aerobicamente obtinham também superior desempenho cognitivo nas tarefas complexas, aquelas que exigiam atenção e concentração.

Deve-se considerar, no entanto, que a desmotivação pode afetar o nível do desempenho. Estudos provam a influência da mente no aumento da força, por meio da supressão de estímulos inibitórios da contração muscular. Há comprovações de que, sob hipnose, indivíduos conseguem um aumento de até 30% na força máxima e também contribui para a motivação, por meio de sugestão mental positiva (TUBINO; MOREIRA, 2003).

Levine (2008) demonstra, segundo pesquisa com atletas, que a diminuição do ritmo do exercício e a conseqüente parada total, podem ser fatores resultantes do declínio da captação de oxigênio, esta se deve, provavelmente, às severas alterações metabólicas que ocorrem nos músculos em atividade, limitando o transporte de oxigênio e interferindo nas transmissões das vias neuronais aferentes produzindo a cessação do movimento como resposta ao comando neurológico central.

Essas limitações do desempenho físico podem ser naturais do exercício extenuante e da resposta econômica para poupar a integridade relacional do organismo, pois sem oxigênio o cérebro deixa de controlar as atividades físicas e, principalmente, as intelectuais (LEVINE, 2008).

Dados coletados por Palma e Paulich (1999) demonstram que o desgaste laboral do piloto de caça parece ser minimizado, por influência positiva da aptidão aeróbica, apresentando menor desconforto geral. Também afirmam que uma boa condição aeróbica auxilia nas respostas pós-esforço, sendo a recuperação mais rápida, além de uma proteção contra outros problemas de ordem circulatória, às

quais estão sujeitos esses profissionais, tais como hipertensão arterial e acidentes vasculares cerebrais e coronarianos.

Falar sobre fadiga periférica e fadiga central envolve considerações e observações à luz da psicofisiologia. Embora não goze, ainda, de boa aceitação no meio científico, pelo menos por enquanto, é uma área que vem tentando contribuir com conhecimentos associados de forma interdisciplinar, para dar informações sobre a interdependência dos fatores cognitivos, emocionais e fisiológicos, diante das mais diversas circunstâncias vivenciais.

Pesquisas na área da psicofisiologia demonstram estreita relação entre os níveis de estresse físico e mental com alterações nas respostas fisiológicas, como a frequência cardíaca e respiratória, taxas séricas de cortisol, adrenalina, noradrenalina e concentração de lactato sanguíneo durante as atividades físicas e laborais, segundo (BARA FILHO, 1999 e TOLEDO, 2000 apud RIBAS, 2003).

O estresse mental, ou emocional está bastante relacionado à morbimortalidade na doença aterosclerótica coronariana. Isso inclui o estresse ocupacional, além de precipitar eventos cardíacos agudos. Tal quadro é induzido por isquemia miocárdica, mais frequente em organismos mal condicionados aerobicamente (RIBAS, 2003).

O efeito benéfico de melhor oferta crônica de oxigênio e de melhoria nos processos oxidativos, auxilia na diminuição das lipoproteínas de baixa densidade (LDL), também conhecidas como colesterol ruim e aumento das lipoproteínas de alta densidade (HDL), conhecidas como bom colesterol (HOUSTON, 2001).

Para Armentrout, *et al.* (2006) embora a fadiga seja um fator significativo em acidentes, relativamente pouco tem sido feito, por exemplo, no âmbito do Comando de Mobilidade Aérea da United States Air Force (USAF) para resolver os problemas de fadiga da tripulação. Programas de combate à fadiga têm sido sugeridos, com ênfase na alimentação saudável e boa higiene do sono.

Medidas preventivas devem atender o controle do estresse através de melhoria da aptidão física, com ênfase na atividade aeróbica que induz boas

condições cardiovasculares, metabólicas e respiratórias, exercendo um papel de retardador no aparecimento dos sintomas da fadiga, com aperfeiçoamento da atividade metabólica, neuroendócrina e neuroimunológica, melhorando a qualidade de vida dos pilotos e reduzindo as possibilidades de acidentes (RIBAS, 2003).

A questão da fadiga como um dos elementos do chamado “fator humano” parece destacar-se decisivamente nos acidentes aeronáuticos, sendo lembrada por Kanashiro (2005 apud CUNHA, 2007, p. 35)

Estatísticas do Centro de investigação e Prevenção de Acidentes Aéreos (CENIPA), apresentados por Ribas (2003) dão mostras que o fator humano é o componente mais suscetível à falha num acidente aéreo. No relato estatístico de 10 anos (de 1989 a 1999), entre as 155 ocorrências aeronáuticas, 36% delas foram devidas a alterações psicofisiológicas dos aviadores (RIBAS, 2003).

RIBAS (2003) afirma que há entre aviadores uma grande incidência da ansiedade e diminuição da atenção e concentração, indícios de aspectos psicológicos que afetam o desempenho laboral desses profissionais. Essas são características de estresse mental agudo e crônico com produção dos sintomas acima descritos, caracterizando sinais da fadiga central.

Estudos do CENIPA apontam que, apesar de paradoxal, o acidente aeronáutico pode ser resultado de uma incapacidade do aviador para suportar a carga psíquica de seu labor e, muitos acidentes fornecem informações comprovadas que o indivíduo não estava, ou não respondeu, em sua condição psicofisiológica normal. Os sintomas de fadiga mental ou fisiológica, provavelmente afetaram suas decisões no momento em que foi requisitado de forma crítica no seu posto de trabalho (RIBAS, 2003).

Parece provável que pilotos com melhor condicionamento aeróbico, demonstram no pós-voo uma concentração superior, quando comparados aos colegas com menor nível de aptidão aeróbica, o que, para os primeiros, indica menor fadiga psíquica e melhores condições de enfrentamento do estresse, comum nas suas profissões, segundo estudos de Ribas (2003).

A boa condição psicofisiológica geral do piloto, aliada a uma pronunciada condição aeróbica parecem ser fatores de segurança de voo. Isso pode minimizar os sintomas do processo de fadiga e, provavelmente, as ocorrências aeronáuticas, principalmente se forem consideradas as estatísticas do CENIPA para a aviação do exército, através das quais foi constatado que 90% dos acidentes tiveram grande participação do fator humano, com evidências de problemas psicofisiológicos (RIBAS, 2003).

Portanto, é de relevante importância para a aviação, seja ela comercial ou militar, conhecer e monitorar com atenção as condições de saúde integral do aviator e acompanhar o nível de qualidade de vida, e através dele o aparecimento de sintomas dos processos de fadiga, procurando melhorar a oferta de oportunidades para treinamento e condicionamento físico, além de programas de relaxamento adequados para as tarefas da aviação.

### **3 CONCLUSÃO**

A fadiga tem grande relevância no ambiente aeronáutico, pois é um complexo processo metabólico e neurofisiológico que se desenvolve ao longo de um tempo de trabalho físico e/ou mental intenso e prolongado. Quando se instala restringe a continuidade do trabalho ao atingir níveis que podem acarretar sintomas variados e queda de rendimento físico e mental diante das requisições da atividade.

Sintomas como sensação de cansaço, esgotamento e fraqueza geral, acompanham-se de dores musculares, tonturas, problemas gástricos, manifestações de ansiedade, taquicardia e aumento de pressão arterial, estes bastante comuns em indivíduos fatigados e sob alta tensão psicofisiológica. Aliam-se a esses sintomas, a dificuldade para tomar decisões devido ao baixo nível de concentração mental e atenção, além do comprometimento da memória.

Tal quadro se apresenta problemático numa atividade como a da aviação, pois esta envolve um risco que lhe é inerente e uma pressão por segurança, tanto nas atividades propriamente de voo, como nas de manutenção de aeronaves e

também no atendimento da segurança de passageiros e do tráfego aéreo.

Como as estatísticas apontam, o fator humano apresenta-se como o causador de grande porcentagem dos acidentes aeronáuticos, segundo o CENIPA (2000 *apud* RIBAS, 2003).

Este estudo revisou alguns conceitos fisiológicos da fadiga periférica e explorou algumas hipóteses sobre a fadiga central, embora os estudos sobre esse assunto sejam ainda pouco conclusivos, mas bastante elucidativos, ou seja, sabe-se o que deve ser feito de forma preventiva.

Trabalhos abordaram a inter-relação entre o estresse mental e as respostas do sistema cardiovascular, oportunamente lançando luz sobre o entendimento da provável influência dos estressores e as respostas desenvolvidas pelo organismo humano para tentar manter a homeostasia e equalizar, em especial, as respostas cardíacas mediante o nível de aptidão aeróbica do aviador.

A fadiga e o estresse, próprio da atividade, parecem ter sido mais bem enfrentados por aviadores com boa aptidão física aeróbica. Tal aptidão parece agir como fator mitigador do desenrolar do processo de fadiga, além de melhorar a rapidez da resposta recuperativa pós-estressores.

Alguns estudos preconizam trabalhos profiláticos na forma de programas de melhoramento da condição física geral do aviador, em especial, a aptidão física aeróbica, além de exercícios de relaxamento.

A fadiga ainda prescinde de estudos mais aprofundados, principalmente quando relacionada ao aviador e a conseqüente segurança de voo. Processos fisiológicos apontam vários mecanismos antes ignorados, tais como os neuroendócrinos e neuroimunológicos agindo sobre o sistema nervoso central e ativando respostas direcionadas a uma queda de desempenho psíquico e mental.

Pesquisas que desenvolvam melhor conhecimento das respostas aos agentes estressores e ao enfrentamento da fadiga, bem como estudos que viabilizem operacionalidade de processos diagnósticos de marcadores de fadiga, assim como métodos de prevenção e enfrentamento da fadiga serão oportunas e

convenientes na aviação militar e civil. Tais iniciativas poderão trazer progressos nos fatores de segurança de voo no que tange à minimização do fator humano, bem como na qualidade de vida do piloto.

Espera-se que tal estudo possa estimular instituições aeronáuticas, civis e militares em direção às pesquisas para diagnosticar, acompanhar e prevenir problemas de saúde de aviadores, assegurando-lhes qualidade de vida e de segurança ocupacional.

## REFERÊNCIAS

- ARMENTROUT, J. J. et al. Fatigue and related human factors in the near crash of a large military aircraft. **Aviat. Space Environ. Med.**, v. 77, p. 963-970, 2006.
- ASCENSÃO, A. Fisiologia da fadiga muscular. Delimitação conceitual, modelos de estudo e mecanismos de fadiga de origem central e periférica. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, Portugal, v. 3, n.1, p. 108-123, 2003.
- ASTRAND, Per-Orlof et al. **Tratado de Fisiologia do Trabalho**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.
- BARA FILHO, M. G. et al. A redução dos níveis de cortisol sanguíneo através da técnica de relaxamento progressivo em nadadores. **Rev. bras. Med. Esporte**, v. 8, n. 4, jul/ago. 2002.
- BRANDÃO, M. L. **Psicofisiologia**. São Paulo: Atheneu, 2001.
- CERESER, C. H. Aptidão física como fator de prevenção de acidentes aeronáuticos. **SIPAER**. v. 1., n. 1, 2. sem. 1985.
- CUNHA, C. E. D. O voo com o NVG e a fadiga. **Rev. UNIFA**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 22, p. 29-40, nov. 2007.
- HOUSTON, M. E. **Bioquímica básica da ciência do exercício**. São Paulo: Roca, 2001.
- KROEMER, K. H.E.; GRANDJEAN, E. **Manual de Ergonomia: adaptando o trabalho ao homem**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- LEVINE, B.D.,  $VO_2$ máx: What do we know, and what do we still need to know? **J. Physiol.** v. 581, n. 1, p. 25-34, 2008.
- LIMONGI FRANÇA, A. C.; RODRIGUES, A. L. **Stress e trabalho: guia básico com a abordagem psicossomática**. São Paulo: Atlas, 1996.
- LOURES, D. L. et al. Estresse mental e sistema cardiovascular. **Arq. bras. cardiol.**, Niterói, v. 78, n. 5, p. 525-530, 2002.
- MORAES, M. S. **Proposta para monitoramento da saúde de aeronautas por meio de marcadores bioquímicos e hematológicos**. Rio de Janeiro. 2001. 182p. Dissertação (Mestrado em Ciências na área de Saúde Pública) - Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz.

MOTA, D. D. C. F.; CRUZ, D., A. L. M.; PIMENTA, C. A. M. Fadiga: uma análise do conceito. **Acta paul. Enferm.**, São Paulo, v. 8, n. 3, p. 285-293, 2005.

PALMA, A. O trabalho dos comandantes de grandes jatos: um estudo sobre aptidão física, saúde e qualidade de vida. **Artus. Rev. Educ. Fís. Desp.**, v. 18, n. 1, p. 38-52, 1998.

PALMA, A.; PAULICH, C. A influência da aptidão física aeróbia sobre o desgaste em voo dos pilotos de caça. **ENEGEP, 1999**. Disponível em: <[www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1999\\_A0780.PDF](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1999_A0780.PDF)>. Acesso em: 11 out. 2010.

PRESTES, J. et al. O papel da Interleucina-6 como um sinalizador em diferentes tecidos durante o exercício físico. **Fit. Perf. J.**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 6, p. 348-353, nov./dez. 2006.

RIBAS, P. R. **O Fenômeno da Fadiga central na pilotagem de helicópteros: o efeito da condição física aeróbica sobre o comportamento psicofisiológico**. Rio de Janeiro, 2003. 129 p. Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Universidade Gama Filho.

ROSSI, L.; TIRAPEGUI, J. Aspectos atuais sobre exercício físico, fadiga e nutrição, **Rev. paul. Educ. Fis.**, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 67-82, jan./jun. 1999.

TUBINO, M. J. G.; MOREIRA, S. B. **Metodologia científica do treinamento desportivo**. Rio de Janeiro: Shape, 2003.

TVARYANAS, A. P.; THOMPSON, W. T. Fatigue in military aviation shift workers: survey results for selected occupational groups. **Aviat. Space Environ. Med.**, v. 77, p. 1166-70, 2006.

WILMORE, J. H.; COSTILL, D. L. **Fisiologia do Esporte e do Exercício**. São Paulo: Manole, 2001.

## **PHYSIOLOGY OF FATIGUE AND ITS IMPLICATIONS ON THE AVIATOR'S HEALTH AND ON AVIATION SAFETY**

**ABSTRACT:** This paper aims at reviewing some relevant aspects of the fatigue concept, the known mechanisms of peripheral fatigue, some hypotheses of the central fatigue mechanisms and the implications on the aviator fatigue process. Fatigue, whether peripheral or central, is a complex concept, a body of knowledge not yet consolidated. It presents itself as a process that goes beyond symptoms, such as the visible responses of the physiological fatigue triggering mechanisms. The basic hypothesis discussed herein is based on the chain of phenomena, primarily energetic, followed by neuroendocrine and neuroimmunological responses, which compose a picture symptomatic of declining physical and mental performance on the part of the aviator, a condition that is minimized, according to physiological studies of work applied to aviation, by means of better fitness, especially aerobic physical fitness. Aviators, according to some studies, have shown satisfactory responses in facing the processes of fatigue on account of being aerobically fit. This fact underscores the need to develop prophylactic training programs, especially for the attainment of aerobic fitness, in order to improve the pilot's performance of the tasks related to the cockpit and flight safety, with resulting benefits to his/her quality of life.

**KEYWORDS:** Aerobic Fitness. Aviator Fatigue. Flight Safety.

## O IMPACTO PSICOLÓGICO CAUSADO POR UM EVENTO TRAUMÁTICO NA ATIVIDADE DE CONTROLE DE TRÁFEGO AÉREO

Renata Luiz Moreira da Silva <sup>1</sup>

Cássia Millene Pimenta Pereira Rollin Borges <sup>2</sup>

Artigo submetido em 17/08/2010.

Aceito para publicação em 18/11/2010.

**RESUMO:** O presente artigo apresenta reflexões teóricas acerca do impacto psicológico sofrido pelo indivíduo que vivencia direta ou indiretamente um evento traumático em sua vida. Especificamente o controlador de tráfego aéreo, no exercício de sua função, quando se depara com a ocorrência de um acidente aeronáutico, e de que modo essas reações agudas de estresse em todos os aspectos, físicos, fisiológicos, comportamentais, psicossociais e cognitivos, podem comprometer o desempenho de sua atividade, oferecendo riscos à Segurança Operacional.

**Palavras chave:** Impacto psicológico. Evento traumático. Controlador de tráfego aéreo.

### 1 INTRODUÇÃO <sup>3</sup>

Quando se ingressa no ambiente aeronáutico, particularmente no âmbito do controle do espaço aéreo, percebe-se a complexidade desse Sistema totalmente integrado, que abrange um elevado número de componentes, aproximadamente, 13.000 (treze mil) profissionais, entre militares e civis. Ambos exercem inúmeras

---

<sup>1</sup> Graduada em Psicologia pelo Centro Universitário Celso Lisboa (2003), Pós-Graduada em Gestão de Pessoas pela Universidade Veiga de Almeida (2008). Atualmente é consultora na área de fatores humanos no Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), pela Fundação SDTP. renataluizsilva@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Graduada em Psicologia pela Universidade Estadual do Rio de Janeiro (1998), Pós-Graduada em Gestão de Pessoas pela FUNCEFET (2008). Atualmente é consultora na área de fatores humanos no Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), pela Fundação SDTP. cassiamillene@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Este artigo é baseado parcialmente no trabalho "O impacto psicológico causado por um evento traumático na atividade de controle de tráfego aéreo" apresentado na categoria acadêmico/profissional como trabalho oral pelos autores no 10º Congresso de Stress da ISMA-BR (*International Stress Management Association*), 12º Fórum Internacional de Qualidade de Vida no Trabalho, 2º Encontro Nacional de Qualidade de Vida na Segurança Pública e 2º Encontro Nacional de Qualidade de Vida no Serviço Público, em junho de 2010.

funções e atividades altamente especializadas, em um meio extremamente automatizado.

Como elemento central desse Sistema, está o controlador de tráfego aéreo, com suas capacidades, mas também com suas limitações, se empenhando para não cometer erros que podem culminar em um incidente de tráfego aéreo ou até mesmo um acidente aeronáutico de grandes proporções. A atividade por si só exige, desse profissional, elevada carga mental e emocional, pois é ele quem está em contato direto com aquele que está no ar, o piloto, sendo responsável pela tomada de decisões, o que quase sempre, deve ser feita em tempo muito restrito. É uma função que exige agilidade intelectual, boa resistência ao estresse e capacidade de adaptação. Somando-se a isso, o controlador de tráfego aéreo, convive, também, com a possibilidade da ocorrência de um evento traumático, na forma de um acidente aeronáutico, vivenciando, portanto, constantemente a angústia do “poder acontecer” em sua mente. Essa condição iminente pode trazer prejuízos para o organismo dos profissionais, que se apresentam através de sintomas de estresse tanto físicos quanto emocionais. Se, por ventura, o acidente aeronáutico, infelizmente, efetivar-se, o controlador que vivencia direta ou indiretamente esse evento é impactado psicologicamente, fato esse que poderá afetar o desempenho pleno de suas tarefas, comprometendo a Segurança Operacional. Inicialmente, aparecerão reações agudas de estresse relacionadas ao evento traumático que, se não forem cuidadosamente diagnosticadas, monitoradas e tratadas podem evoluir, gerando transtornos e até mesmo doenças graves nesse indivíduo, o que é conhecido como Transtorno de Estresse Pós-Traumático (TEPT), o qual possivelmente o incapacitará para o desempenho de sua função.

Assim, é fundamental que se compreenda como o controlador de tráfego aéreo é impactado psicologicamente pelo acontecimento de um acidente aeronáutico para que se possa planejar e aplicar as adequadas técnicas de intervenção, com a finalidade de minimizar e/ou controlar os efeitos dessa experiência em sua saúde física e mental e, assim, evitar interferências nocivas à

atividade operacional. Isso significa identificar as reações (físicas, fisiológicas, comportamentais, psicossociais e cognitivas) agudas de estresse que acometem o controlador de tráfego aéreo e, em seguida, verificar como as suas tarefas são prejudicadas com a presença desses sintomas.

Considerando que um profissional que esteja compondo uma equipe de determinado Órgão de Controle de Tráfego Aéreo (ATC) com restrições em sua saúde física e mental para o exercício da atividade, oferece riscos à Segurança Operacional, essa temática é de extrema relevância para o Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro (SISCEAB).

Portanto, os autores desse trabalho decolam para um voo, cujo objetivo é a identificação das reações de estresse experimentadas pelo controlador de tráfego aéreo a partir do momento em que ele vivencia, direta ou indiretamente, um acidente aeronáutico e, de que modo esse impacto psicológico compromete o desempenho de suas atribuições.

Para a realização dessa pesquisa, a metodologia empregada refere-se a uma revisão bibliográfica das publicações concernentes à temática, através de uma análise crítica, meticulosa e ampla das reações agudas de estresse do controlador diante da experiência traumática, no caso, o acidente aeronáutico, e os consequentes danos a sua vida profissional.

O estudo é iniciado com a apresentação de conceitos que facilitam a compreensão e norteiam o desenvolvimento do trabalho. Em seguida, é realizada a descrição da atividade do profissional de tráfego aéreo, com o devido esclarecimento acerca de suas principais atribuições e requisitos necessários para a sua habilitação, bem como os fatores cognitivos que envolvem a sua função. Posteriormente, são relacionados os componentes do trauma e enfatizadas as reações agudas de estresse experimentadas pelo controlador e os prejuízos oferecidos pelas mesmas à atividade operacional. Finalizando a pesquisa, são apresentados os resultados do trabalho e as considerações finais.

## 2 OS SISTEMAS DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO BRASILEIRO – SISCEAB E DE TRÁFEGO AÉREO

Em virtude do incremento na Aviação, principalmente a Aviação Comercial, houve a necessidade de se organizar e controlar o espaço aéreo mundial, com vistas à manutenção da segurança no transporte aéreo. A Segurança de Voo precisava ser mantida, a despeito do aumento no volume de tráfegos, assim como da velocidade das aeronaves. Dessa forma, no Brasil, foi criado aquele que hoje é chamado de Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA). De acordo com informações levantadas em seu próprio *site* (DECEA, 2010), o DECEA é uma Organização do Estado Brasileiro, subordinada ao Ministério da Defesa e ao Comando da Aeronáutica, responsável pelo controle, tanto estratégico quanto sistêmico, do espaço aéreo do país. O referido Departamento tem por Missão o planejamento, gerenciamento e controle das atividades relacionadas à segurança da navegação aérea, ao controle do espaço aéreo, às telecomunicações aeronáuticas e à tecnologia da informação.

O Brasil possui um papel importante no contexto do Controle do Espaço Aéreo mundial, porque ocupa uma significativa parcela deste - 8,5 milhões de km<sup>2</sup> de espaço soberano, debruçados sobre o Oceano Atlântico, como uma imensa porta que se abre ao continente Africano e Europeu e ao Oriente Médio, a partir da América do Sul.

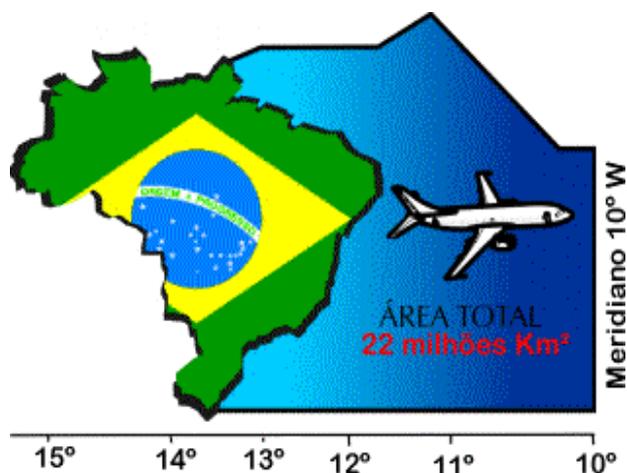


Figura 1 – Espaço Aéreo sob Jurisdição e Responsabilidade do Brasil em Km<sup>2</sup>

Fonte: DECEA – Departamento de Controle do Espaço Aéreo

O Controle de Tráfego Aéreo, segundo registros da *Federal Aviation Administration* (FAA, 2010), começou a partir de 1930, juntamente com o início da aviação comercial de grande porte, época em que foi iniciada a construção dos primeiros aeroportos comerciais (REBELLO, 1997).

Um Sistema de Controle de Tráfego Aéreo é um conjunto de subsistemas que visam a auxiliar o gerenciamento do fluxo de aeronaves tanto no ar quanto em terra.

A Convenção Internacional de Aviação Civil, conhecida como Convenção de Chicago, estabeleceu normas de padronização como pré-requisito para o controle de tráfego aéreo internacional. A partir dessa necessidade de padronização, foi criada em 1947, a Organização de Aviação Civil Internacional – OACI (*International Civil Aviation Organization – ICAO*) que é o órgão responsável por fomentar a segurança contra atos ilícitos (*security*), incentivar as atividades de prevenção no que tange à segurança de voo (*safety*), manter a eficiência das operações aéreas e o fortalecimento da legislação relacionada à aviação civil. A OACI, que está ligada à Organização das Nações Unidas (ONU) e conta atualmente com 190 países-membros, atua como corpo regulador para as especificações e implementações no controle de tráfego aéreo internacional.

A OACI estabelece, de forma sintética, os objetivos do Sistema de Controle de Tráfego Aéreo: impedir colisões, acelerar e manter ordenado o fluxo, assessorar e prestar informações ao voo e notificar sobre as aeronaves em perigo.

Kopkins (*apud* REBELLO, 1997, p.8) apresenta definição semelhante a da OACI sobre a finalidade do Sistema de Controle de Tráfego Aéreo, utilizando-se, entretanto, de termos distintos: “o tradicional objetivo dos Sistemas de Controle de Tráfego Aéreo é certificar a segurança, ordenação e o gerenciamento do fluxo de aeronaves”.

No Brasil (BRASIL, 2009), os objetivos são praticamente os mesmos: prevenir colisões (entre aeronaves e entre aeronaves e obstáculos nas áreas de manobras) e acelerar e manter o fluxo de tráfego, nos três tipos de controle

existentes: Centro de Controle de Área (ACC), Centro de Controle de Aproximação (APP) e Torre de Controle (TWR).

O Controle de Tráfego Aéreo, de acordo com Pereira (2001) “é um sistema cooperativo complexo, onde estão presentes, pessoas envolvidas em múltiplas tarefas, em diferentes segmentos, tais como: pilotos, controladores, meteorologistas, técnicos em geral e de comunicações, todo pessoal de terra, entre outros. É nesse processo de cooperação que se estabelecem os níveis da qualidade da segurança do voo e se efetiva a proteção”. De acordo com a autora é imprescindível, portanto, que uma relação de intercâmbio e uma cultura de cooperação sejam mantidas no desenvolvimento da atividade de controle de tráfego aéreo.

Segundo Motter (*apud* PALMA, 2002), especialmente na década de 30, várias melhorias técnicas possibilitaram a construção de aeronaves maiores, que podiam percorrer distâncias maiores; e a voar em altitudes maiores e mais rapidamente, e, assim, carregar mais carga e passageiros. Avanços na ciência aerodinâmica permitiram a engenheiros desenvolver aeronaves cujo desenho interferisse o mínimo possível no desempenho em voo. Os equipamentos de controle e os *cockpits* das aeronaves também melhoraram consideravelmente nesse período. Além disso, para Motter (2007), melhorias na tecnologia de radiotelecomunicações permitiram o uso de novos equipamentos na aviação, de modo que os pilotos recebessem instruções de voo de equipes em terra, e pilotos de diversas aeronaves pudessem se comunicar entre si. Tudo isso gerou técnicas mais precisas de navegação aérea. Em 1935, ocorre a primeira experiência com o radar (*Radio Detection Range*).

No início, o treinamento dos pilotos baseava-se na sistemática para o voo por Instrumentos - IFR (*Instrument Flight Rules*), também conhecido como “voo cego” (LIMA JÚNIOR *apud* REBELLO, 1997, p.4). Esse procedimento consistia na transmissão de mensagens, cujo conteúdo se compunha por suas posições e estimativas de chegada nos pontos de passagens e nos aeródromos de destino. Tais mensagens geravam o retorno de informações de grupos especiais trabalhando

em terra (os centros de controle). Em 1936, o governo americano decidiu assumir a responsabilidade desses centros de controle e formou a primeira turma de controladores de voo (REBELLO, 1997).

## **2.1 O Controlador de Tráfego Aéreo**

O controlador de tráfego aéreo é o profissional do SISCEAB que tem como tarefa impedir que ocorra encontro de aviões no ar e no solo, o que se configuraria em um acidente de tráfego aéreo, como também precisa sempre evitar qualquer proximidade geradora de risco entre aviões no espaço aéreo, que possa se configurar em incidente de tráfego aéreo. Deve, também, acelerar e manter o tráfego ordenado, assessorar e prestar informações aos voos e notificar sobre as aeronaves em perigos ou situações emergenciais.

A atividade de tráfego aéreo implica baixa exigência física e forte exigência cognitiva, pois, para realizar seu trabalho, este profissional deve gerenciar muitas informações, memorizar diversos códigos e números, fazer cálculos mentais (calcular distâncias) e, além disso, deve ter visão espacial (noção de relação entre os tráfegos). É uma tarefa que inclui variabilidade de dados e de ferramentas de trabalho, tais como: telefone, radar, mouse, teclado, microfone, impressora e computadores, localizados no console, que é o posto de trabalho do controlador.

No contexto do Controle de Tráfego Aéreo, são impostos constrangimentos de tempo para a tomada de decisão, que deve ser extremamente rápida, e reorganização do trabalho em tempo real, pois a cada instante a realidade modifica-se na tela do radar, à frente do controlador. Portanto, ele lida frequentemente com o imprevisível. As demandas impostas são variáveis, de acordo com a região do espaço aéreo e de acordo com o fluxo de tráfego do momento, o que acarreta mudanças constantes dos modos operatórios. Espera-se que os controladores tenham boa capacidade de antecipação, planejamento, diagnóstico e tomada de decisão.

Sauki, Wasilewski Filho e Brito (2003, p. 58) citam uma série de requisitos necessários aos operadores de tráfego aéreo:

- a) Ter excelente raciocínio espacial;
- b) Ter boa saúde física e mental;
- c) Ter boa dicção;
- d) Saber emitir as instruções aos pilotos;
- e) Saber registrar de forma codificada as instruções emitidas aos pilotos;
- f) Conhecer profundamente as regras de tráfego aéreo;
- g) Consultar e interpretar publicações aeronáuticas, documentos, mapas e cartas aéreas;
- h) Conhecer as rotas aéreas em geral;
- i) Saber a localização geográfica dos aeródromos da região onde os sistemas estão inseridos;
- j) Saber as influências dos fenômenos meteorológicos (ventos, formações de gelo, nuvens, turbulências, trovoadas, pressões, etc.);
- k) Saber operar o sistema de tratamento de planos de voos; e
- l) Saber principalmente identificar as aeronaves e interpretar as imagens fornecidas pelo radar.

De acordo com Pereira (2001), os aspectos que envolvem os processos cognitivos de controladores são:

- a) Atenção;
- b) Concentração;
- c) Percepção sensorial;
- d) Raciocínio espaço temporal;
- e) Memória visual e auditiva (de longo e de curto prazo);
- f) Raciocínio lógico; e
- g) Fluência verbal.

De acordo com Gras *et al.* (1990), “a vulnerabilidade do trabalho do controlador de tráfego aéreo está no confronto entre um trabalho com equipamentos

específicos (radares, equipamentos de fonia, computadores, entre outros) e o aspecto artesanal e sensorial de interpretação de informações visuais e auditivas. É na visão, na escuta e na fala que essencialmente ainda se estabelecem as ações deste profissional, acrescentando-se a este aspecto uma carga mental e emocional, dentro de um contexto de tomadas de decisões, em tempo restrito, que precisam ser eficientes e seguras”.

Outro aspecto importante sobre o controlador e o seu trabalho está relacionado com a relevância do trabalho em equipe para o sucesso dessa atividade. A eficácia nessa área de atuação só ocorre se efetivamente houver a cooperação de todos os profissionais envolvidos, já que todas as especialidades do SISCEAB estão interligadas, sendo uma dependente da outra. O controlador, por exemplo, necessita da informação de meteorologistas, profissionais de informações aeronáuticas, técnicos, etc., para poder dar andamento às suas tarefas, do mesmo modo que necessita interagir com os outros controladores da sua própria equipe (assistentes, supervisores, chefes) e com aqueles de outros Órgãos de Tráfego Aéreo (Órgão ATC).

### **3 RISCOS INERENTES À FUNÇÃO – ACIDENTE AERONÁUTICO**

Além dessas inúmeras habilidades específicas requeridas ao Controlador de Tráfego Aéreo para o exercício de suas atividades, do elevado nível de estresse que elas impõem, das dificuldades enfrentadas em virtude da jornada de trabalho em turnos alternantes, inclusive à noite e pela madrugada, e da persistente autocobrança para não cometer nenhum erro, esse profissional trabalha o tempo todo gerenciando os riscos inerentes à sua função. Tais riscos estão relacionados com a possibilidade de incidentes e/ou acidentes aeronáuticos ocorrerem, independentemente de o controlador estar envolvido ou não com a ocorrência dos mesmos. E, se por ventura tenha cometido erros que contribuíram para o evento, sentimentos de fracasso e culpa se somarão a todas essas pressões geradoras de riscos. Portanto, são muitas as possibilidades de influências direcionadas para esse

homem: na aviação, ele é “o elemento mais flexível, adaptável e também o mais valioso. É, porém, o mais vulnerável a sofrer influências externas e internas que possam afetar o seu comportamento” (ICAO, 1991).

Todos os profissionais que atuam nesse Sistema estão sujeitos a cometer erros. No entanto, como o controlador de tráfego aéreo atua na ponta da linha do processo, sendo o responsável por entregar diretamente o “produto” ao cliente, que é o piloto, ele corre o risco de presenciar, em seu posto de trabalho, um incidente ou acidente aeronáutico no instante em que ele acontece, olhando através das janelas, se estiver em uma torre de controle (TWR), ou pela visualização na tela radar, quando em um órgão de controle de aproximação (APP) ou controle de área (ACC). Esse controlador pode ter sido a última pessoa a ter contato direto com o piloto segundos antes do acidente aeronáutico. Deste modo, o controlador de tráfego aéreo encontra-se diariamente exposto ao risco da ocorrência de um incidente de tráfego aéreo ou acidente aeronáutico. É a presença da angústia do “poder acontecer” na mente desses profissionais.

Em sua atividade profissional, o controlador convive com sentimentos muito contraditórios, que vão de um imenso prazer a uma angústia muito intensa. De um lado, está o gosto pelo desafio constante que a atividade oferece e pela vivência do “poder”, do poder de controlar o avião sem estar nele, do poder de controlar situações de riscos e proteger vidas humanas. Além disso, ele se identifica com a independência do trabalho (está em suas mãos a tomada de decisões) e com a extensão da responsabilidade, bem como apresenta uma expectativa interior de suplantar suas próprias vulnerabilidades diante de um trabalho que é gerador de risco em função das vidas humanas que estão envolvidas. Do outro lado, por enfrentar frequentemente circunstâncias atípicas e imprevisíveis, experimenta angústia e ansiedade. Essa angústia é uma resposta a uma situação de risco ou de perigo eminente que gera sofrimento interior, em grau maior ou menor, em cada indivíduo. Esses sentimentos, advindos de situações no trabalho, trazem sérias consequências à integridade física e mental do trabalhador (PEREIRA, 2001).

São, portanto, muitos vetores internos e externos que convergem para esse indivíduo e lhe oferecem riscos, podendo afetar sobremaneira o seu desempenho: a complexidade da tarefa, a carga de trabalho, as condições de trabalho, as competências que são requeridas, sentimentos de ansiedade, angústia, impotência e fracasso, etc. Mauriño *et al.* (1995) esclarecem que “as condições de trabalho são fatores que influenciam a eficiência e a confiabilidade do desempenho humano. Estas condições são divididas em duas classes: os fatores relacionados às tarefas e o seu ambiente imediato e os fatores relacionados ao estado mental e físico dos indivíduos”.

### 3.1 Eventos Traumáticos

A palavra trauma vem do grego *tpauma*, que quer dizer ferida e deriva de *titpwoxw* que significa furar, designa ferida com efração. Traumatismo designaria as consequências no organismo de uma lesão resultante de uma violência externa. Um evento traumático é algo especialmente destrutivo na vida do indivíduo, família e comunidade afetada. De natureza única e imprevisível, afeta muito mais do que vítimas imediatas, podendo acontecer em qualquer momento ou lugar. Pode ser entendido como um forte abalo emocional ou moral, uma desorganização mental, choque ou transtorno de onde se desenvolveu ou se pode desenvolver um quadro psicopatológico; ou seja, trauma é uma ferida. É, sem dúvida, um acontecimento da vida do sujeito que pode ser definido por sua intensidade, pela incapacidade em que se encontra a pessoa de reagir a ele de uma forma adequada, pelo transtorno que causa e pelos efeitos duradouros que provoca (WERLANG, 2008).

Essas experiências traumáticas se dão quando o indivíduo é confrontado com a morte, ameaça de morte, ferimentos sérios em si mesmo ou no outro e reações de intensa dor, desamparo ou horror. O trauma gerado pelos eventos proporciona uma tensão extrema no corpo causando uma ruptura no funcionamento normal da mente e do corpo, comprometendo, inclusive, os mecanismos de defesa e enfrentamento do indivíduo. O trauma geralmente leva a um estado de crise, na

qual ocorre a interrupção da condição normal de funcionamento, bloqueio esse que resulta em instabilidade e significativo desequilíbrio no sistema. Apresenta sintomatologia complicada, que abrange indivíduo, familiares e comunidade e, para dificultar ainda mais, difere de pessoa para pessoa.

Cabe ressaltar que o evento será realmente considerado e sentido como traumático pelo indivíduo muito mais pela interpretação que ele faz com relação a essa experiência e de suas respostas a ela (a resposta ao trauma), do que pelo incidente em si. Essa compreensão construtivista de trauma (DSM-IV, 2002) justifica o fato de alguns indivíduos ficarem debilitados depois de passar por uma experiência aparentemente inócua enquanto outros podem passar longos períodos de tempo no meio de um evento horrendo sem desenvolver maiores efeitos negativos. Portanto, os recursos externos e, principalmente internos, de que cada indivíduo dispõe para enfrentar a situação, serão determinantes para a configuração de que aquele evento de fato será traumático para ele.

Os primeiros estudos científicos sobre os eventos traumáticos e o conseqüente trauma gerado por eles, datam do século XIX. Baseavam-se nas conseqüências de severos danos físicos e, posteriormente, nos danos causados pela exposição ao combate. Inicialmente, os sintomas psicológicos eram considerados sinais de fraqueza e covardia dos combatentes. Somente a partir da Guerra do Vietnã, os fatores emocionais começaram a ser efetivamente considerados. O campo da intervenção em crise nasceu da necessidade de prestar atendimento psicológico aos combatentes e aprimorar sua condição para enfrentar e suportar níveis elevados de estresse. Posteriormente, essa atuação foi estendida aos profissionais de emergência. Atualmente, são oferecidos serviços de suporte emocional após a ocorrência de eventos traumáticos para as mais variadas populações: familiares e amigos das vítimas, profissionais que interagem direta ou indiretamente nas áreas afetadas ao acidente, profissionais de emergência, etc.

Os eventos traumáticos também são chamados de incidentes críticos, os quais se referem a qualquer situação que provoque fortes reações de estresse no

indivíduo que vivenciou o evento (EUROCONTROL, 2008). Na Aviação, por exemplo, os incidentes e acidentes, que sempre causam grande impacto nas pessoas e Organizações envolvidas, podem ser considerados eventos traumáticos.

Para efeito desse estudo, será considerado como evento traumático, capaz de gerar grande impacto psicológico aos profissionais do Controle de Tráfego Aéreo, o acidente aeronáutico.

#### **4 TRAUMA**

Como já descrito anteriormente, a experiência que apresenta um caráter anômalo em relação a um desenvolvimento habitual conhecido, sendo considerada também como uma situação súbita, imprevista ou fortuita, pode desencadear trauma nos indivíduos que a vivenciaram. Encontram-se os traumas causados por desastres naturais (terremotos, tornados, etc.) e aqueles que são gerados pela ação do homem, como as guerras, terrorismo, as variadas formas de violência, os acidentes, etc.

É indiscutível que, nessas situações de emergência, são esperadas reações emocionais muito intensas e a grande maioria dessas manifestações podem ser consideradas como compatíveis com o momento traumático vivenciado, tanto que essas respostas são conhecidas por reações normais, de um indivíduo normal, diante de um evento considerado anormal.

Muito importante nesse processo é não considerar somente o evento em si e a sua gravidade para verificar o desencadeamento do trauma no indivíduo, mas sempre levar em conta a percepção do indivíduo frente à situação (LIRIA; VEJA, 2002). Todos esses aspectos, associados, podem ser decisivos para o desenvolvimento de um quadro de Transtorno de Estresse Agudo, caracterizado principalmente por intensa ansiedade, medo, impotência e horror, acompanhado de sintomas dissociativos como ausência de resposta emocional, sentimentos de desconexão, redução do reconhecimento de ambiente, sentimento de irrealidade e amnésia dissociativa (DSM-IV TR, 2002). Se o indivíduo que sofreu o evento traumático é tratado rapidamente, os sintomas de possível estresse agudo, em geral,

diminuem ou desaparecem completamente nos 30 (trinta) dias seguintes. Em alguns casos, porém, não havendo tratamento adequado, a desordem verificada tende a persistir podendo evoluir para um Transtorno de Estresse Pós-Traumático, quadro comum caso a sintomatologia permaneça por um período de três meses.

Segundo Levine (1999), o trauma pode se manifestar como Reação Aguda de Estresse (RAS), cujo aparecimento dos sintomas ocorre logo após o desastre e a elaboração deles se dá no período de 01 (um) mês ou pelo Transtorno de Estresse Pós-Traumático (TEPT), quando há a persistência dos sintomas manifestados na RAS por mais de 01 (um) mês ou aparecimento deles pelo menos 01 (um) mês após o trauma.

Para uma compreensão adequada desse estudo, faz-se necessário conhecer, de modo mais detalhado, a evolução dos critérios diagnósticos dos transtornos relacionados a eventos traumáticos (KAPCZINSKI; MARGIS, 2003). De acordo com a Classificação Internacional de Doenças (CID), editada em 1948 (CID-6), os transtornos relacionados a eventos traumáticos eram agrupados na categoria de "Desajuste Situacional Agudo", que se manteve na CID-7. Na CID-8, encontra-se a nomenclatura "Transtornos Transitórios de Inadaptação a Situações Especiais". Em 1977, foi introduzida na CID-9 a categoria "Reação Aguda ao Estresse". Detalhando o que consta na classificação atual CID-10, podem-se destacar diferentes categorias diagnósticas relacionadas a eventos traumáticos, mantendo a previamente denominada "Reação Aguda ao Estresse" e sendo introduzindo o "Transtorno de Estresse Pós-Traumático". Estão também presentes as categorias "Outras Reações ao Estresse Grave", "Reação ao Estresse Grave Não Especificada" e "Alteração Permanente de Personalidade Após Experiência Catastrófica". Considerando a classificação americana, em 1952, no DSM-I, foi descrita a categoria "Reação Maciça ao Estresse", excluindo pacientes com outras psicopatologias. No entanto, no DSM-II essa categoria foi retirada e somente reintroduzida em 1980, no DSM-III, com a denominação de "Transtorno de Estresse Pós-Traumático". Permaneceu esta denominação no DSM-III-R (1987) e DSM-IV

(1994), sendo que no último foi introduzida a categoria de "Transtorno de Estresse Agudo".

Na população geral, é possível estimar que em torno de 60% a 90% dos indivíduos são expostos a um evento estressor potencialmente traumático ao longo da vida (BRESLAU *et al.*, 1998). Embora a taxa de exposição a eventos estressores seja elevada, o percentual de indivíduos na população geral que apresenta o TEPT ao longo da vida é mais baixo, podendo ser estimado entre 8% a 9%. Ainda que a grande maioria de indivíduos expostos a situações potencialmente traumáticas não desenvolva o transtorno (YEHUDA; MCFARLANE, 1995), o TEPT tem sido considerado o quarto transtorno mental mais comum, resultando em consequências sociais e econômicas significativas.

O trauma, de acordo com a definição oficial dada por psicólogos e psiquiatras em Levine (1999), é causado por um acontecimento estressante, o evento traumático, "que está fora da amplitude da experiência humana usual, e que seria marcadamente perturbador para qualquer pessoa". Tal definição é bastante útil como ponto de partida, no entanto, é também muito vaga e enganosa. Quem pode dizer o que está "fora da amplitude da experiência humana usual?". O que seria "ser marcadamente perturbador para quase qualquer pessoa?". Acidentes, quedas, doenças e cirurgias que o corpo inconscientemente percebe como ameaçadoras, com frequência, não são vistas como estando fora da amplitude da experiência humana usual. Entretanto, eles são traumatizantes sim. Para Levine (1999), hoje se entende que trauma é uma ocorrência comum que pode ser causada por acontecimentos aparentemente benignos. Um evento aparentemente de pouca importância pode provocar um colapso súbito, semelhante ao que poderia ter sido causado por um acontecimento catastrófico isolado.

O trauma é um fato da vida. Contudo, ele não precisa ser uma condenação perpétua. O trauma não só pode ser curado, mas, com orientação e apoio apropriados, pode ser transformador. O trauma tem potencial para ser uma das forças mais significativas para o "despertar" e a evolução psicológica, social e

espiritual. O modo como lidamos com o trauma influencia, em muito, a qualidade de nossa vida. O estado de crise é limitado no tempo, quase sempre se manifestando por um evento desencadeador, e sua resolução final depende de fatores como a gravidade do evento e dos recursos pessoais e sociais da pessoa afetada (MORENO *et al.*, 2003). O processo de crise deve ser entendido não somente como algo negativo, mas como algo que pode também ser positivo. Neste sentido, Slaikeu (1996) assinala como exemplo o ideograma chinês de crise, representado por duas figuras: uma significando “perigo” e outra “oportunidade”, ou seja, um “ponto de mudança” que pode servir para sanar ou adoecer, melhorar ou piorar. Assim, Liria e Veja (2002) consideram que o desenlace de uma crise pode ameaçar a saúde mental ou ser um marco para mudanças que permitam um funcionamento melhor do que o anterior ao desencadeamento do evento. De tal forma, quando a crise é resolvida satisfatoriamente, ela pode auxiliar o desenvolvimento do indivíduo; caso contrário, poderá constituir-se em um risco, aumentando a vulnerabilidade da pessoa para transtornos mentais.

De acordo com Levine (1999), nossas chances de sobrevivência aumentaram depois que nos juntamos em grupos maiores, descobrimos o fogo e inventamos ferramentas, muitas das quais, são armas usadas para a caça e autodefesa. Contudo, a memória genética de ter sido uma presa fácil, se manteve em nosso cérebro e sistema nervoso. Por isso, ao contrário do que ocorre no reino animal, cujos integrantes encaram com naturalidade o processo que ocorre após a vivência de uma situação estressora, o cérebro humano frequentemente duvida de nossa habilidade de agir de um modo que preserve a vida. Essa incerteza nos tornou especialmente vulneráveis aos poderosos efeitos do trauma. Assim, quando nos confrontamos com uma situação de ameaça à vida, o nosso cérebro racional tende a ficar confuso e dominar nossos impulsos instintivos. Essa confusão humana, resultante do confronto com a morte, pode nos transformar em pedra, como acontecia no mito grego da Medusa. Podemos literalmente congelar de medo, o que irá resultar na criação de sintomas traumáticos.

Levine (1999) afirma que ficamos ativados quando percebemos o perigo ou sentimos que estamos sendo ameaçados. A ativação é a atividade que dá energia a nossas respostas de sobrevivência. Um dos frutos do ciclo de ativação completo é uma profunda satisfação. O ciclo é assim: somos desafiados ou ameaçados, e aí ativados; a ativação chega ao máximo à medida que nos mobilizamos para encarar o desafio ou ameaça; e aí a ativação é diminuída ativamente, deixando-nos relaxados e satisfeitos.

Diante de uma situação ameaçadora, o organismo pode lutar ou fugir. Ambas as possibilidades são partes de um sistema integrado de defesa. No entanto, existe uma terceira alternativa: quando as respostas de luta ou de fuga são impedidas, o organismo instintivamente se contrai, gerando a resposta de congelamento. À medida que se contrai, a energia que teria sido descarregada para executar as estratégias de luta ou de fuga é amplificada e retida no sistema nervoso. Nesse estado emocional ansioso, a resposta frustrada de luta agora se transforma em raiva; a resposta frustrada de fuga dá lugar à impotência. O indivíduo que entrou no estado caracterizado pela raiva ou pela impotência agora tem a possibilidade de passar repentinamente a uma resposta desesperada de fuga ou a um contra-ataque furioso. O trauma não ocorrerá se o organismo for capaz de descarregar a energia fugindo ou se defendendo, e deste modo resolver a situação de ameaça. Outro cenário possível é que a constrição continue até que a raiva, o terror e a impotência aumentem até um nível de ativação que sobrecarrega o sistema nervoso. Nesse ponto, a imobilidade irá ocorrer, e o indivíduo ou congela-se ou desaba.

Em Levine (1999), ele afirma que a natureza desenvolveu a resposta de imobilidade por duas boas razões. Primeira, porque ela funciona como uma estratégia de sobrevivência de último momento. É como “se fingir de morto”. Segundo, ao congelar, o indivíduo entra num estado alterado no qual não sente dor. No entanto, existe uma diferença entre a resposta de imobilidade do animal e a do homem. No primeiro caso, se um animal deixa em paz o outro aparentemente morto, este irá se recuperar de sua imobilidade e continuar o seu caminho sem se

preocupar se poderia ter respondido de um modo melhor. O congelamento oferece várias vantagens quando um animal percebe que está preso numa armadilha e não pode escapar pela fuga ou pela luta. Primeiro muitos animais predadores, não irão matar nem comer um animal imóvel a menos que estejam muito famintos. A imobilidade é uma imitação da morte que engana o predador e o faz sentir que a carne pode estar estragada. Por esse ato de ilusão, a presa tem a chance de fugir. Segundo, os animais predadores têm mais dificuldade de perceber uma presa potencial se esta não estiver se mexendo. Além disso, muitos deles não são estimulados a atacar uma presa imóvel; com frequência, um corpo inerte não evoca a agressão. Terceiro, se um predador atacar um grupo de presas, e uma delas cair, isso pode distraí-lo momentaneamente, permitindo que o resto da manada escape. Quarto, num mundo em que todos os animais se localizam em algum ponto da cadeia alimentar, e podem ser tanto predadores quanto presas, a natureza proporciona um mecanismo que minimiza a dor sofrida na morte. Se observarmos cuidadosamente os animais, poderemos testemunhar a transição do estado de vigilância ativada para a atividade relaxada normal. Quando os animais percebem que não estão em perigo, frequentemente começam a vibrar, a contrair-se e a tremer levemente. Esse processo se inicia com uma leve contração ou vibração na parte superior do pescoço, ao redor das orelhas e se espalha para o peito, ombros e finalmente para o abdômen, pelve e pernas traseiras. Esses pequenos tremores do tecido muscular são o modo do organismo equilibrar os estados extremamente diferentes de ativação do sistema nervoso. O animal passa por esse ciclo rítmico dúzias, talvez centenas de vezes por dia. Esse ciclo ocorre cada vez que eles são ativados. Os homens não entram e saem dessas respostas tão naturalmente quanto os animais, porque o nosso neocórtex altamente desenvolvido (cérebro racional) é tão complexo e poderoso que, pelo medo e pelo controle exagerado, ele pode interferir nos impulsos e respostas instintivas geradas pelo centro reptiliano.

Infelizmente, ao contrário do que acontece no mundo animal, a maioria das culturas humanas tende a julgar essa entrega instintiva em face da ameaça

avassaladora como uma fraqueza equivalente à covardia. Contudo, subjacente a esse julgamento, existe um profundo medo humano diante da imobilidade. Nós a evitamos porque ela é um estado muito semelhante à morte.

Os sintomas traumáticos vêm do resíduo congelado de energia que não foi resolvido e descarregado; esse resíduo permanece preso no sistema nervoso onde pode causar danos a nosso corpo e espírito. Os sintomas em longo prazo, alarmantes, debilitantes e frequentemente bizarros do TEPT (Transtorno do Estresse Pós-Traumático), se desenvolvem quando não podemos completar o processo de entrar, atravessar e sair da “imobilidade” ou do estado de “congelamento”.

Usando o poder do neocórtex, nossa habilidade de racionalizar, é possível dar a impressão de que se atravessou um acontecimento bastante ameaçador, mesmo uma guerra, sem “nenhum arranhão”; e isso é o que muitos de nós fazemos. Continuamos “cerrando os dentes” e conseguimos a admiração dos demais – heróis, como se nada tivesse acontecido conosco. De acordo com Levine (1999) esses costumes sociais cometem uma grande injustiça com o indivíduo e a sociedade, ao nos encorajar a sermos super-humanos. Se tentarmos seguir com a nossa vida, sem antes atender aos apelos urgentes que nos guiam de volta a essas experiências angustiantes, então a nossa exibição de força passa a ser nada mais do que ilusão. Enquanto isso, os efeitos traumáticos ficam cada vez mais graves, firmemente enraizados e crônicos.

#### **4.1 O Núcleo da Reação Traumática**

Segundo Levine (1999), existem quatro componentes do trauma que sempre estarão presentes em algum grau em qualquer pessoa traumatizada:

- Hiperativação;
- Constrição;
- Dissociação;
- Congelamento (imobilidade), associado à sensação de impotência.

Esses componentes são os primeiros a aparecer quando ocorre um fato traumático. Todos nós vivenciamos esses componentes como respostas normais no decorrer de nossa vida. Entretanto, quando aparecem juntos durante um período prolongado de tempo, é uma indicação quase certa de que experienciamos um fato que nos deixou com um resíduo traumático não-resolvido.

Quando aprendemos a reconhecer esses quatro componentes da reação traumática, estamos prontos para reconhecer o trauma. Todos os outros sintomas se desenvolvem a partir desses quatro componentes, caso a energia defensiva que foi mobilizada para responder a um acontecimento traumático não tenha sido descarregada nem integrada num período de alguns dias, semanas ou meses após a experiência.

### **Hiperativação:**

A hiperativação funciona como a semente do núcleo da reação traumática. Nela, a maioria das pessoas experimenta sintomas como: aumento dos batimentos cardíacos, respiração acelerada, agitação, dificuldade para dormir, tensão, tremores musculares, agitação mental, “formigamentos”, parestesias, sudorese, extremidades frias ou também cefaleias, tonturas, sensação de “oco na cabeça”, “peso no estômago”, entre outras. Aparecem a irritabilidade e a explosividade: sempre alertas, os pacientes passam do estímulo à ação sem o tempo para a necessária reflexão e avaliação criteriosa do estímulo provocador. A hipervigilância é encontrada comumente: estão sempre em guarda, esperam o pior e reagem como se estivessem sob contínua ameaça de aniquilação. Há a generalização do medo de um mundo percebido como lugar inseguro e imprevisível. A hipervigilância se evidencia no comportamento de quem está constantemente avaliando o ambiente: o indivíduo que, após ser assaltado, continuamente fica a olhar sobre os ombros, a espreitar o ambiente de um lado a outro à procura de sinais que possam se revelar ameaçadores (CÂMARA FILHO; SOUGEY, 2001). Outro sintoma característico é o da resposta de sobressalto exagerada (resposta musculoesquelética súbita, que varia da simples contração de grupos musculares até o assumir de posturas de

defesa em resposta a estímulos inócuos: normalmente barulho ou som alto). Os pacientes assustam-se facilmente. A hiperativação não pode ser controlada voluntariamente.

### **Constricção:**

Quando respondemos a uma situação que ameaça a vida, a hiperativação é inicialmente acompanhada pela constricção em nosso corpo e em nossas percepções. O sistema nervoso age para assegurar que todos os nossos esforços estejam concentrados na ameaça, do melhor modo possível. A constricção altera a respiração, o tônus muscular e a postura da pessoa. Os vasos sanguíneos na pele, nas extremidades e nas vísceras se contraem de modo que haja mais sangue disponível para os músculos que estão tensionados e preparados para assumir uma ação defensiva.

A percepção consciente do ambiente também se contrai para que toda a nossa atenção seja dirigida à ameaça. Isso é uma forma de hipervigilância. Todos nós ouvimos histórias de pessoas que são capazes de realizar feitos de coragem e de força extraordinárias em horas difíceis. Isso porque elas usam a energia mobilizada pelo sistema nervoso para ajudá-las a encarar e a lidar de modo bem-sucedido com essas situações potencialmente ameaçadoras à vida. A hiperativação e a constricção cooperam para torná-la capaz de realizar uma tarefa que ela nunca conseguiria executar em condições normais.

Quando a constricção não consegue focalizar suficientemente a energia do organismo para defender-se, o sistema nervoso evoca outros mecanismos para conter a hiperativação, como o congelamento e a dissociação. A constricção, a dissociação e o congelamento formam o conjunto de respostas que o sistema nervoso usa para lidar com o cenário no qual precisamos nos defender, mas não podemos fazê-lo.

### **Dissociação:**

A dissociação nos protege do impacto da ativação crescente. Se um

acontecimento que ameaça a vida continua, a dissociação nos protege da dor da morte.

O melhor modo de definir dissociação é pela experiência. Em suas formas suaves, ela se manifesta como uma espécie de devaneio. No trauma, a dissociação parece ser o meio predileto de capacitar uma pessoa a suportar experiências que estão além da possibilidade de serem suportadas no momento em que acontecem. A dissociação se torna crônica e se desenvolve em sintomas mais complexos quando a energia hiperativada não é descarregada.

Segundo Câmara Filho e Sougey (2001), a dissociação está relacionada com a esquiva ativa de pensamentos, sentimentos, conversas, situações e atividades associadas ao trauma como um mecanismo de defesa contra a ansiedade gerada pelo fenômeno intrusivo. Dessa maneira, por provocar tamanha angústia, o indivíduo pós-traumatizado não economiza esforços no sentido de afastar-se dela. As estratégias de esquiva podem ser óbvias ou sutis, que vão da recusa em falar sobre o trauma, ao uso de bebidas alcoólicas ou drogas para obscurecer as memórias, até ao engajamento excessivo e compulsivo em atividades como trabalho, jogo, sexo, entre outras. Em alguns casos, acontece da lembrança simplesmente ser esquecida (amnésia psicogênica ou seletiva). É sintoma de natureza dissociativa, evidenciado por lacunas presentes na história lembrada e contada. Assombrado pela experiência traumática, o paciente tende a reorganizar sua vida para evitar as emoções negativas que as lembranças intrusivas carregam consigo. Dessa maneira, encontra-se o indivíduo com a constante preocupação de se defender da angústia incomparável – tudo o mais se tornando acessório e pouco importante. Essa maior atenção aos estímulos ligados ao trauma leva a um menor envolvimento com situações potencialmente prazerosas e recompensadoras, contribuindo, assim, para a gradativa centralização do trauma na vida do indivíduo. Advém, então, a diminuição do interesse e da participação em atividades sociais significativas, dado que sua energia psíquica está direcionada à evitação de lembranças e a sentimentos relacionados ao trauma. Se os sintomas intrusivos

tentam gradativamente invadir o campo da consciência, o comportamento de esquiva, paradoxalmente, torna-os mais fortes, porquanto adquirem caráter de verdadeira fobia. O fantasiar – ou o pensar experimentalmente – é algo percebido como potencialmente perigoso, posto haver o medo de que possa vir a quebrar a frágil barreira erguida para afastar as lembranças dolorosas. Dessa forma, a vida organiza-se no esforço do “não pensar”, “não sentir” e “não planejar”, levando a um comportamento não reflexivo, mas impulsivo. Restringe-se a expressão afetiva de um modo geral, que fica assim como que entorpecida e, no dizer de uma paciente, “com os sentimentos anestesiados”.

Os devaneios e o esquecimento estão entre os sintomas mais óbvios que envolvem a dissociação, bem como a negação e indisposições físicas.

Cabe ressaltar que é possível estar dissociado e ao mesmo tempo estar consciente do que está acontecendo a seu redor. Essa consciência dupla é importante para iniciar o processo de cura.

#### **Impotência:**

Num automóvel, o acelerador e o freio são projetados para funcionar em momentos diferentes, já na reação traumática, eles agem ao mesmo tempo. O sistema nervoso só reconhece que a ameaça acabou quando a energia mobilizada é liberada. Assim, ele continuará mobilizando energia indefinidamente até que a descarga ocorra. Ao mesmo tempo, o sistema nervoso reconhece que a quantidade de energia no sistema é superior àquela que pode ser suportada pelo organismo, e aplica um freio tão poderoso que todo o organismo para imediatamente. Com o organismo completamente imobilizado, a tremenda energia no sistema nervoso é mantida presa.

A hiperativação, a constrição, a dissociação e a impotência são todas reações agudas de estresse normais à ameaça. E, assim, nem sempre elas terminam como sintomas traumáticos. Os sintomas do trauma só se desenvolvem quando elas são crônicas e habituais. Ao se tornarem permanentes, essas reações ao estresse formam a base e o combustível para o desenvolvimento de sintomas

subsequentes. Depois de alguns meses, esses sintomas do núcleo da reação traumática vão começar a incorporar características mentais e psicológicas à sua dinâmica, até que finalmente acabam por atingir todos os aspectos da vida da pessoa. Ao se tornarem crônicas, a hiperativação, a constrição, a impotência e a dissociação produzem uma ansiedade tão intensa que pode ser insuportável.

Os primeiros sintomas do trauma normalmente aparecem logo depois do fato que os causou. Outros se desenvolvem com o passar do tempo. Os primeiros sintomas que se desenvolvem são aqueles referentes ao núcleo da reação traumática (hiperativação, constrição, dissociação e impotência) já descritos anteriormente. Outros sintomas iniciais começam a aparecer ao mesmo tempo ou logo depois dos mencionados.

Os principais sintomas, tanto os relativos ao núcleo da reação traumática, quanto àqueles subsequentes, encontram-se abaixo apresentados, tendo sido distribuídos por categorias para facilitar a análise posterior.

Quadro 1 – Quadro de Sintomas associados ao Trauma

<b>1</b>	Calafrios, tontura, náusea, diarreia, cólicas, palpitação, tremores musculares, problemas nos sistemas imunológicos e endócrinos, doenças psicossomáticas, energia física muito baixa.
<b>2</b>	Mudança no padrão de sono, perda do apetite, fadiga.
<b>3</b>	<b><i>Ansiedade, medo, tensão, irritabilidade, choro frequente, incapacidade de se comprometer, sentimentos e comportamentos de impotência, culpa, descrença.</i></b>
<b>4</b>	Silêncio excessivo, isolamento, evitação das atividades usuais, depressão, atividade sexual exagerada ou diminuída.
<b>5</b>	Dificuldade na visualização dos dados, hipervigilância, dificuldade de atenção e concentração, imagens invasivas ou <i>flashbacks</i> , hiperatividade ou apatia, dificuldade de memória, devaneios, negação.

Fonte: Levine, 1999

Obviamente, nem todos esses sintomas são causados exclusivamente pelo trauma, nem todas as pessoas que têm um ou mais desses sintomas foram

traumatizadas. Os sintomas produzidos pelo trauma são de período prolongado. Os sintomas do trauma podem ser estáveis (sempre presentes), instáveis (aparecem e desaparecem), ou podem se ocultar por décadas. Em geral, esses sintomas não aparecem de modo isolado, mas em grupos (KOLK, *et al.*, 2007). Essas “síndromes” frequentemente se agravam com o passar do tempo, tornando-se cada vez menos ligadas à experiência original de trauma. Embora alguns sintomas possam sugerir um tipo específico de trauma, nenhum sintoma é uma indicação exclusiva do trauma que o causou. As pessoas irão manifestar os sintomas traumáticos de vários modos, dependendo da natureza e da gravidade do trauma, da situação em que ele ocorreu e dos recursos pessoais e de desenvolvimentos que estavam disponíveis para o indivíduo no momento da experiência.

## **5 REAÇÕES DO CONTROLADOR AO EVENTO TRAUMÁTICO**

Sabe-se que o impacto de um evento traumático na vida dos indivíduos é inquestionavelmente forte. Como já citado anteriormente, apesar das diferenças individuais, as quais permitem que cada um de nós reaja diferentemente frente a essas situações, assim como também são distintos os níveis de abalo, sempre haverá algum tipo de comprometimento.

Considerando o nosso objeto de estudo, o controlador de tráfego aéreo, esse impacto pode ser bem maior, suas reações e sintomatologia podem ser potencializadas, pois sofrerão a influência de um fator primordial: a natureza da função. Conforme registros, alguns tipos de trabalho favorecem mais o desenvolvimento do TEPT, sendo aqueles que “(...) envolvem responsabilidade com vidas humanas, risco de grandes acidentes, como o trabalho no sistema de transporte ferroviário, metroviário e aéreo, o trabalho dos bombeiros, etc.” (BRASIL, 2001). É o caso do controlador de tráfego aéreo, que compõe um sistema cooperativo muito complexo e de grande responsabilidade, trabalhando em turnos alternantes e convivendo com o risco iminente da ocorrência de um acidente aeronáutico, cenário que pode ser agravado se ele próprio tiver cometido falhas que

contribuíram para o evento. Isso porque, ao longo de seus processos de formação e qualificação profissional, ele foi introjetando o peso da sua responsabilidade na consecução dessa atividade: sob seu controle, simultaneamente, estão centenas ou milhares de vidas. De fato, essa é uma afirmação verdadeira, muito embora todos os integrantes do SISCEAB sejam também responsáveis pela Segurança Operacional. Ocorre que o controlador é quem se comunica diretamente com as aeronaves em voo, é o “homem” da ponta da linha do Sistema, o elo, a ligação terra-ar, por vezes chamado de anjo da terra, analogamente aos pilotos, considerados anjos do céu. Ele tem a consciência de que é uma defesa de segurança muito importante, à medida que pode impedir o alinhamento da trajetória dos erros, evitando uma tragédia. É fácil imaginar, então, o que pode significar a ocorrência de um acidente aeronáutico e o seu impacto na *psique* desse profissional. Como já é comum acontecer e, no caso do controlador, percebe-se a intensidade de sua incidência, surgem pensamentos e sentimentos de impotência, fracasso e culpa. No acidente aéreo ocorrido em 2008, envolvendo a aeronave da TAM, que não conseguiu parar ao pousar na pista do Aeroporto de Congonhas, os controladores daquela Torre de Controle, infelizmente, assistiram às mais terríveis imagens de suas vidas. Naquelas circunstâncias, nada havia que eles pudessem fazer para evitar o acidente. As devidas providências, previstas para situações de emergência, foram tomadas, mas mesmo assim, os relatos sempre remetem a pensamentos do tipo: “Deveria haver alguma coisa para eu fazer”, “Não é possível que eu, responsável por essas vidas, não tenha podido fazer nada”, “O tempo todo, nessa atividade, tomo decisões importantes. Por que, nesse caso, eu tive que ficar somente assistindo, sabendo qual seria o seu desfecho?”. Todos esses sentimentos, reunidos, podem fazer um “estrago” na vida e no desempenho profissional desse indivíduo, ainda que não haja nenhuma lesão física em seu organismo. Isso porque são consideradas vítimas da experiência traumática, não só os sobreviventes, mas todos aqueles que testemunharam o ocorrido, que trabalharam no gerenciamento do desastre, familiares e amigos e a própria sociedade afetada. E, o controlador de

tráfego aéreo, em seu posto de trabalho, pode tanto visualizar (pela torre, ou pela visualização radar) quanto ouvir (pela fonia) o desfecho de uma tragédia e, ser tão abalado emocionalmente quanto as pessoas que são sobreviventes do acidente.

Para atender aos objetivos do presente estudo, faz-se necessário correlacionar os principais sintomas relativos ao evento traumático com as características que o controlador necessita reunir para desempenhar a sua função. Com isso, chega-se à conclusão do impacto que a vivência de uma experiência traumática (desastre aéreo), e o conseqüente aparecimento dos sintomas associados a ele, podem causar ao controlador, à medida que se tem consciência desses sintomas e dos danos que eles podem provocar, e de quais processos (cognitivos, comportamentais, etc.) importantes para o seu desempenho profissional podem ser lesados pelos mesmos.

É fundamental a compreensão de que, embora estejam separados por blocos, todos esses sintomas interagem entre si, se considerarmos que a presença de um deles pode influenciar o aparecimento de outro e, assim, sucessivamente, principalmente quando não se consegue interromper o avanço do quadro sintomatológico.

Observando-se o “Quadro de Sintomas associados ao Trauma” (QUADRO 1, p.16), temos no **Grupo 1**, os **aspectos físicos**, como: calafrios, tonturas, náuseas, diarreia, cólicas, aumento dos batimentos cardíacos, tremores musculares, energia física muito baixa, problemas nos sistemas imunológicos e endócrinos e doenças psicossomáticas. Independente de suas atividades profissionais, todos os indivíduos sentem-se fragilizados e debilitados diante do aparecimento de sintomas físicos. Esses diminuem a disposição do sujeito e, às vezes, podem até mesmo incapacitá-lo para o trabalho.

O controlador, em função do estresse inerente à função, pode ter intensificados esses sintomas, os quais podem evoluir para patologias mais graves; por exemplo, o aumento dos batimentos cardíacos em função do trauma vivido, associado a outros prováveis sintomas e à tensão do trabalho, se gerenciados e/ou

tratados, pode provocar a hipertensão e problemas cardiovasculares.

As tonturas, muito comuns quando uma experiência traumática é vivenciada, podem comprometer as funções cognitivas da atenção e percepção do controlador, já que afetam o órgão do sentido da visão, imprescindível para essa atividade operacional, onde o controlador necessita acompanhar a aeronave em suas diversas fases de voo (tanto o controlador da torre de controle, que visualiza a aeronave taxiando, pousando ou decolando, pelas janelas da torre, quanto o controlador do APP ou ACC, que observa a aeronave pela tela radar) e emitir as instruções corretas para o piloto com base em seu processo perceptivo. Se ele ficou prejudicado, em função de problemas físicos que acometeram o controlador após a vivência traumática, certamente as decisões a serem tomadas também ficarão comprometidas.

Mal-estar e sintomas físicos associados ao trauma, portanto, alteram a consciência situacional (*situational awareness*) do controlador, que é “a detecção de elementos do ambiente dentro de um volume de tempo e espaço, a compreensão do seu significado e a projeção de suas posições no futuro próximo” (ENDSLEY, 1988). Assim, estímulos no ambiente que devem ser captados, podem passar despercebidos, seja pela distração ou desatenção do controlador, que se encontra fragilizado.

No **Grupo 2**, encontram-se os **sintomas fisiológicos**, que abrangem as mudanças no padrão de sono, perda do apetite e fadiga.

Em condições normais, a atividade do controlador de tráfego aéreo, essencialmente cognitiva e de grande responsabilidade, impõe uma carga de trabalho elevada. Além disso, deve ser ressaltada a jornada de trabalho desse profissional, que ocorre em turnos alternantes, sendo o da noite/madrugada aquele que mais interfere em sua saúde (RIBEIRO *et al.*, 2001), alterando seus ritmos circadianos, especialmente o do ciclo sono/vigília, acentuando o estado de fadiga e influenciando significativamente suas relações sociais e familiares. Para minimizar o efeito indesejável que esses aspectos podem gerar, o controlador opta por algumas

estratégias que, se empregadas, podem aliviar as cargas de estresse, quais sejam: assistir TV, ler, dormir e praticar atividades esportivas como caminhar e correr. A adaptação a essas condições e práticas e a busca pelo equilíbrio não são tarefas fáceis de serem realizadas e o nível de qualidade de vida desses trabalhadores é muito variável.

Com a ocorrência de um acidente aeronáutico, todo esse cenário se agrava exponencialmente. Isso porque, as modificações comuns nos padrões de sono daquele que vivencia um evento traumático, seja aumentando o número de horas dormidas ou as diminuindo, seja sofrendo de insônia ou apresentando uma qualidade de sono ruim, despertando diversas vezes ou tendo pesadelos, colaboram para aumentar ainda mais o cansaço do controlador, podendo levá-lo à fadiga e a exaustão. Do mesmo modo, a perda do apetite pode causar mal-estar e reduzir a disposição do indivíduo, que se sentirá mais fragilizado. Numa situação extraordinária e indesejável como o acidente aéreo, a compensação de toda essa carga com outras atividades, como o esporte, leitura, interações sociais e o próprio sono não é realizada. A dificuldade para dormir aumenta ainda mais em função da tensão, da agitação mental, da irritabilidade e da hipervigilância, quando o indivíduo tende a manter-se em constante estado de alerta.

Todos esses sintomas comprometem os mecanismos de cognição do controlador, principalmente aqueles relacionados à atenção, percepção, memória, raciocínio e, conseqüentemente no processo decisório, que se apresentarão mais deficientes e lentificados. Portanto, a presença dessa sintomatologia no controlador irá comprometer em muito a sua operação, tendo em vista que, para trabalhar, é imprescindível que esteja descansado para poder suportar, com sucesso, a carga implicada.

O **Grupo 3** inclui os **sintomas comportamentais** de ansiedade, medo, tensão, irritabilidade, choro frequente, incapacidade de se comprometer, sentimentos e comportamentos de impotência, culpa e descrença.

Esses fatores, direta ou indiretamente, promovem um desequilíbrio na

homeostase do organismo dos controladores, afetando primordialmente uma das principais características necessárias ao bom desempenho da atividade: o controle emocional.

Ainda nos dias atuais, a habilidade de comunicar-se é imprescindível para atuar no controle. Um operador que vivenciou um acidente tende a mostrar-se constantemente tenso, irritado, descontrolado emocionalmente e descomprometido com a sua função, tenderá a estabelecer processos de comunicação ineficazes, em função da sua impaciência com o outro e da dificuldade para ouvir atentamente. Grande parte dos fatores contribuintes para a ocorrência de incidentes de tráfego aéreo e acidentes aeronáuticos envolvem aspectos relativos aos processos de comunicação, principalmente, às coordenações que são efetivadas com outros controladores. Com o acontecimento de um desastre, esses riscos aumentam. As chances de um comportamento impulsivo e explosivo nessas circunstâncias são altas, o que pode ser fatal em uma atividade que requer controle para refletir, em espaço de tempo restrito, sobre as melhores alternativas.

Mais uma vez, as funções cognitivas também sofrerão alterações: ansiedade, medo excessivo, culpa, tensão e sentimentos de impotência e descrença poderão paralisar e congelar a ação do controlador (processo conhecido por fascinação), que não se sentirá seguro e autoconfiante e não terá condições de tomar decisões.

No **Grupo 4**, que inclui os sintomas relativos a **contatos sociais**, temos: o silêncio excessivo, isolamento, evitação das atividades usuais, depressão e atividade sexual exagerada ou diminuída.

É uma espécie de dissociação que ocorre com aquele controlador que vivenciou um acidente, a qual está relacionada com a evitação de pensamentos, sentimentos, conversas, situações e atividades associadas ao trauma, como um mecanismo de defesa contra toda a ansiedade que está lhe consumindo. Ele se afasta das pessoas para não ter que ficar falando sobre o ocorrido, já que isso lhe proporciona muita angústia. Focado nessa tentativa de evitar as lembranças

intrusivas do trauma e as emoções que elas carregam, o indivíduo envolve-se muito menos com situações que poderiam lhe propiciar prazer ou alegria. Sua energia está direcionada para os sentimentos relacionados ao trauma e, em função disso, se desinteressa pelos contatos profissionais e sociais.

Todos esses sintomas prejudicam o contato interpessoal e o trabalho em equipe. Como já descrito anteriormente, a cooperação é premissa básica para a atividade de controle de tráfego aéreo. O silêncio excessivo e o isolamento, além de afetarem as relações interpessoais, comprometem também o fluxo das informações, induzindo novamente a falhas na coordenação entre setores e até mesmo entre diferentes órgãos de controle.

A principal ferramenta de trabalho do controlador é a sua cognição. Quando sintomas relativos a essa área se manifestam, em virtude da experiência traumática, o controlador torna-se praticamente incapaz de estar na operação. No **Grupo 5**, estão inclusos os sintomas referentes à **cognição**: dificuldade na visualização dos dados, hipervigilância, dificuldade de atenção e concentração, imagens invasivas ou *flashbacks*, hiperatividade ou apatia, dificuldade de memória e devaneios.

Uma visão turva, embaçada, originada inconscientemente como estratégia defensiva para não enxergar o mundo aterrorizante lá fora, se acomete o controlador, prejudicará o seu processo de identificação e percepção adequada dos estímulos. Isso porque, um dos órgãos do sentido, no caso a visão, está afetada. O controlador que trabalha em Torre de Controle (TWR) utiliza a visão para verificar as aeronaves em aproximação para pouso, de modo que consiga enxergá-las com trem de pouso baixado e travado, também controla as que estão se preparando para decolar e as próprias decolagens, bem como acompanha aquelas que estão apenas sobrevoando o aeródromo. O controlador de Órgão de Controle de Aproximação (APP) ou de Controle de Área (ACC) utiliza a visão de outra maneira: a visualização radar. Como controla aeronaves que já saíram do seu campo visual, necessita do auxílio da tecnologia para acompanhá-las. Portanto, ele conta com a presença da tela radar, onde aparecem as aeronaves em voo e as suas devidas localizações.

Um controlador com sintomas de hipervigilância irá selecionar um foco e sustentar a sua atividade mental nele. Esse mecanismo é conhecido por Fixação, um dos problemas associados à atenção. Certamente, esse profissional encontrará dificuldades para alternar e desviar o foco da atenção, o que comprometerá a chamada atenção difusa, que se refere à capacidade de direcionar a atividade mental para vários estímulos ao mesmo tempo. Essa também é uma característica exigida do controlador, que deve ter a percepção precisa de todos os fatores e condições que afetam um ambiente durante um período de tempo definido. Especialmente na situação de trauma, ele estará hipervigilante principalmente com relação a aspectos alheios à operação: ele está amedrontado, sente-se ameaçado e fica à espreita de sinais no ambiente que sejam perigosos e possam lhe agredir. O controlador fica em estado de alerta, porém, voltado para outros estímulos que não interessam à operação.

A hiperatividade ou a apatia, assim como as imagens invasivas ou *flashbacks* e os devaneios prejudicam as funções cognitivas da atenção e da memória, o que poderá inviabilizar a atuação do controlador. É um turbilhão de pensamentos associados ao trauma que afetam a capacidade de concentração do controlador, tão relevante para que ele consiga acessar em sua memória os registros relativos à sua atividade profissional.

A energia retida em função do trauma precisa ser descarregada para evitar que todas essas reações de estresse agudo, consideradas normais diante de evento tão avassalador, evoluam para uma patologia séria, conhecida como TEPT – Transtorno de Estresse Pós-Traumático.

De acordo com o manual de doenças relacionadas ao trabalho, publicado pelo Ministério da Saúde em 2001, o TEPT caracteriza-se por: uma resposta tardia e/ou protraída a um evento ou situação estressante (de curta ou longa duração), de natureza excepcionalmente ameaçadora ou catastrófica e que, reconhecidamente, causaria extrema angústia em qualquer pessoa (BRASIL, 2001, p.181). Os sintomas do TEPT são muito parecidos com os do Transtorno do Estresse Agudo (TEA),

porém são agravados e têm duração bem maior.

Entre as causas desse transtorno, estão a tortura, o estupro, o terrorismo ou qualquer outro tipo de crime, ou seja, “o paciente experimentou, testemunhou ou foi confrontado com um evento ou eventos que implicaram morte ou ameaça de morte, lesão grave ou ameaça”, em relação à sua própria integridade física ou à de outros.

Além das causas desse transtorno, ou seja, as situações potencialmente traumáticas, os teóricos consideram também outras questões que devem estar presentes na caracterização do trauma. Sobre isso, Kapczinski e Margis apontam para os diferentes aspectos que estão envolvidos na sintomatologia do TEPT, tais como a natureza do evento traumático, o número de exposições, a vulnerabilidade do indivíduo, a reação desse frente ao estressor, a rede de apoio após o evento, entre outros (KAPCZINSKI; MARGIS, 2003, p.5).

## **6 PROGRAMAS DE INTERVENÇÃO PÓS-TRAUMA**

Diante do exposto e, visando evitar o agravamento dos sintomas de estresse pós-trauma nos controladores, é fundamental a adoção de Programas de Intervenção junto a esses profissionais e às suas equipes de trabalho.

Inicialmente, é de extrema importância a composição de uma equipe de profissionais de Fatores Humanos do SISCEAB que venha a atuar no gerenciamento da crise que se instala, imediatamente após a ocorrência do acidente aeronáutico.

Independente de estarem envolvidos ou não com a ocorrência do acidente, as equipes operacionais devem ser ouvidas e acompanhadas porque, em maior ou menor grau, todos os controladores são impactados quando um desastre aéreo ocorre. É importante o mapeamento adequado das condições físicas e psicológicas de cada controlador, o que deve ser feito em um trabalho interdisciplinar, envolvendo médicos, psiquiatras, psicólogos, entre outros.

Especialmente naqueles Órgãos ATC, cujos controladores mantiveram contato com a aeronave acidentada e, portanto estiveram mais diretamente

envolvidos com a ocorrência. A prática de afastamento imediato desses profissionais da posição operacional deve ser aplicada, a fim de proteger o controlador de impacto psicológico ainda maior, evitar que ele se envolva em outras ocorrências e resguardar o próprio Sistema. Não deve ser descartada, também, a necessidade de afastamento de toda a equipe daquele turno onde o acidente se efetivou, dependendo da gravidade do acidente e das reações apresentadas por cada operador.

Nesses primeiros momentos após a ocorrência do acidente, a presença de supervisores e chefias do próprio Órgão ATC, mais experientes, capacitados e apresentando maior controle emocional é fundamental para prestar apoio à equipe. Também a participação do profissional de Psicologia daquele Órgão e que, portanto, conhece de modo mais aprofundado, cada controlador e suas atitudes, é de extrema relevância.

Paralelamente, deve-se acionar a equipe especializada que atuará no Programa *Critical Incident Stress Management (CISM)*, desenvolvido por Jeffrey Mitchell e George Everly em 1989, que está em fase de elaboração pelo Comando da Aeronáutica e pelo DECEA. O *CISM* vai lidar com o impacto desse estresse nas pessoas e na Organização, contribuindo diretamente para a manutenção da segurança e eficiência dos serviços de tráfego aéreo. Funciona como um sistema integrado de intervenção em crises que objetiva dar suporte, orientação e tratamento tanto para as vítimas quanto para as pessoas envolvidas nos trabalhos de emergência, favorecendo o retorno ao seu estado normal de vida, reduzindo o efeito dos sintomas e prevenindo o aparecimento do TEPT (MITCHELL; EVERLY, 2001). Através dessa intervenção imediata, o indivíduo é encorajado a fazer algo, a tentar entender o que está acontecendo, ao invés de permanecer em um estado de passividade, choque e confusão. O suporte psicológico estruturado ajudará o operador a “normalizar” a experiência, a reduzir o sentimento de isolamento, verbalizar a ocorrência, o que auxilia no alívio da emoção e facilita na organização das lembranças e das sensações, bem como na reconstrução dos eventos. Por fim,

contribui para a estruturação de suas emoções, levando-o a um pensamento racional da situação.

Ocorre que essas ações não devem ficar restritas apenas às primeiras semanas após o evento. Isso porque é comum, em alguns indivíduos, a não apresentação desses principais sintomas do trauma. Em uma primeira avaliação, parece que ele está controlado emocionalmente, reagindo muito positivamente às pressões da situação, mas essa condição de tranquilidade age como defesa para suportar tanta carga e poder continuar vivendo. Essas consequências do evento traumático, no entanto, estão presentes, mas adormecidas, permanecendo num estado de “incubação” e podem aparecer somente tempos depois, inclusive anos subsequentes ao evento. É muito importante que seja dada continuidade ao acompanhamento dos operadores, vítimas de um acidente aeronáutico, por um período mínimo de 01 (um) ano após o evento.

Da mesma forma, é necessária uma avaliação psicológica muito rigorosa acerca da condição emocional do controlador afastado para o seu reingresso à operação. Isso porque também é comum observar que, se o operador não estiver preparado para esse retorno, reações de estresse ficam mais exacerbadas nessa volta, já que em sua mente o pensamento é de que ele está retomando a convivência com a possibilidade de passar novamente por outro desastre. Isso pode fazer com que reviva os sentimentos e temores despertados pela situação traumática.

## **7 RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As análises realizadas no trabalho demonstram, com clareza, a amplitude do impacto que um profissional do controle de tráfego aéreo vivencia, a partir da ocorrência de um evento traumático, o que pode comprometer em muito a sua qualidade de vida.

Os processos mais prejudicados com o aparecimento dos sintomas do

trauma são aqueles inerentes às funções cognitivas, especialmente a atenção, percepção e a memória. Quando essas áreas são muito afetadas, é difícil o controlador manter-se operacional e isso resultará no seu afastamento temporário da atividade, para realização de tratamentos médicos e psicoterapêuticos, entre outros. É difícil, também, para toda a equipe operacional permanecer em condições adequadas de trabalho. A devida atenção e o devido acompanhamento devem ser dispensados a essas equipes, de modo a preservar a saúde física e mental dos seus componentes e evitar que a Segurança Operacional seja comprometida.

O trabalho no controle de tráfego aéreo é ao mesmo tempo uma experiência que se traduz pela satisfação e pelo prazer de controlar aeronaves, assim como pela vivência constante com o sentimento de impotência, frente à imprevisibilidade. A função de controlador, então, pode proporcionar uma dupla experiência: por um lado, ansiedade pelas incertezas e, por outro, o desempenho de uma função motivadora, à medida que ele se sente desafiado e estimulado a transpor as barreiras do dia-a-dia.

A atividade do controlador de tráfego aéreo implica um permanente estado de alerta, pois necessitam de informações frequentes e atualizadas, para, em um tempo restrito, efetuar o planejamento, baseado em projeções espaciais, e posterior tomada de decisão. O cotidiano de trabalho em condições não previstas se traduz em tarefas realizadas em ambiente de trabalho tenso. Somam-se a isso a necessidade de utilizar vários sentidos, seus mecanismos cognitivos na percepção de sinais e informações simultâneas ou consecutivas.

Em seu trabalho, o controlador enfrenta riscos constantes, diante da possibilidade de haver um acidente aéreo, e esse risco associa-se a idéia de insegurança. Diante de um conteúdo do trabalho de incertezas, para manter-se em equilíbrio e continuar desempenhando minimamente suas atividades, utiliza uma série de estratégias defensivas, como, por exemplo, a negação do próprio sofrimento e a negação da ocorrência do trauma. Os controladores constroem uma série de estratégias operatórias, as quais servem, para lidar com a imprevisibilidade

e variabilidade presentes em seu cotidiano. Entretanto, quando não é possível reduzir os fatores estressores, essa condição é geradora de sofrimento, capaz de repercutir em prejuízos para a sua saúde. Quando o equilíbrio homeostático do organismo é afetado, uma série de sintomas surge, de maneira a tentar restabelecê-lo, mas como nem sempre esse profissional consegue fazer a leitura correta da situação, pois também desconhece a possibilidade de ter sido “traumatizado”, busca ajuda profissional tardiamente, o que poderá acarretar em uma demora significativa, no que tange a melhoria no desempenho de suas atividades.

Os aspectos anteriormente citados, além de evidenciar o quão profundamente a rotina dos indivíduos e organizações é afetada pela ocorrência de um acidente, apontam para a importância de se estabelecer uma série de medidas para prevenir a ocorrência de TEPT e outros transtornos relacionados ao evento traumático, para acelerar os processos normais de recuperação e para restabelecer a rotina das atividades.

Uma delas é a implantação do CISM, que já está sendo elaborado no âmbito do Comando da Aeronáutica e, em breve, estará sendo divulgado e disponibilizado para aplicação, pelos profissionais especializados, junto aos profissionais que, infelizmente, foram vítimas de um acidente aeronáutico.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **Regras do Ar e Serviços de Tráfego Aéreo**. 2009.

BRESLAU, N., et al. Trauma and posttraumatic stress disorder in the community: The 1996 Detroit Area Survey of Trauma. **Archives of General Psychiatry**, n 55, p. 626-632, 1998.

CÂMARA FILHO J. W.; SOUGEY E. B. Transtorno de estresse pós-traumático: formulação diagnóstica e questões sobre comorbidade. **Revista Brasileira de Psiquiatria**, v. 23, n.4, p. 221-228, Recife, 2001.

DECEA, Departamento de Controle do Espaço Aéreo, Disponível em: <<http://www.decea.gov.br>>. Acesso em: 10 abr. 2010.

DSM-IV TR, **Manual Diagnóstico e estatístico de transtornos mentais**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

ENDSLEY, M. R., Design and evaluation for situation awareness enhancement. In: HUMAN

FACTORS SOCIETY, 32, Annual Meeting. **Proceedings**. Santa Monica, CA: Human Factors Society, p. 97-101, 1988.

EUROCONTROL. **Human Factors: Critical Incident Stress Management: User Implementation Guidelines**. 2008.

Federal Aviation Administration (Estados Unidos). Disponível em: <<http://www.faa.gov>>. Acesso em: 10 abr. 2010.

FRANÇA, A. C. L.; RODRIGUES, A. L. **Stress e trabalho: uma abordagem psicossomática**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2005.

GRAS, A. et al. **Le controleur et L`automate**. Editions de ITRIS: Paris, 1990.

INTERNATIONAL AVIATION ORGANIZATION. **Compendio sobre factores humanos nº 3: Instrucción del Personal Operacional em Factores Humanos (Circular nº 227- AN/136)**. 1991.

**KAPCZINSKI F.; MARGIS R. Transtorno de estresse pós-traumático: critérios diagnósticos**. Revista Brasileira de Psiquiatria, v.25, São Paulo, 2003. Suplemento.

KOLK, B. A. V.; MCFARLANE, A. C.; WEISAETH, L. **Traumatic Stress: the effects of overwhelming experience on mind, body and society**. New York: Guilford, 2007.

LEVINE, P. A. **O despertar do tigre: curando o trauma**. São Paulo: Summus, 1999.

LIRIA, A. F.; VEJA, B. R. **Intervención en Crisis**. Madrid: Editorial Síntesis, 2002.

MAURIÑO, D. et al. **Beyond aviation human factors: safety in high technology systems**. Aldershot: Avebury Aviation, 1995.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Doenças relacionadas ao trabalho: manual de procedimentos para os serviços de saúde**. Brasília, 2001.

MITCHELL, J. T.; EVERLY, G. **Critical Incident Stress Debriefing: an operations manual**. 3. ed. Ellicott City, MD: Chevron Publishing Corporation, 2001.

MOTTER, A. A. **Análise da Carga de Trabalho em Sistemas Complexos: Gestão da variabilidade e imprevisibilidade nas atividades do controlador de tráfego aéreo**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.

MORENO, R. R. et. al. **Intervención Psicológica en Situaciones de crisis y emergencias**. Madrid: Dykinson, 2003.

PALMA, A. **Ciência pós-normal, saúde e riscos dos aeronautas: a incorporação da vulnerabilidade**. 2002. 237 f. Tese (Doutorado em Ciências na área de Saúde Pública) – Escola Nacional de Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz (ENSP/FIOCRUZ), Rio de Janeiro, 2002.

PEREIRA, M. C. Aspectos Psicológicos no controle de tráfego aéreo e o controlador de tráfego aéreo: elaborações de uma prática em construção. In: PEREIRA, M. C.; RIBEIRO, S. L. O. (Orgs). **Os voos da Psicologia no Brasil: estudos e práticas na Aviação**. Rio de Janeiro: DAC/NUICAF, 2001. p.79-95.

REBELLO, L. H. B. **O Controle de Tráfego Aéreo numa perspectiva contemporânea em**  
ISSN 2176-7777

**Engenharia de Produção.** 1997. 190 f. Tese de Doutorado (Programa de Engenharia de Produção) - COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 1997.

RIBEIRO, S. L. O.; PAULICH, C. L.; ASSIS, M.R. Controle de Tráfego Aéreo: um estudo diagnóstico da atividade. In: PEREIRA, M. C.; RIBEIRO, S. L. O. (Orgs). **Os voos da Psicologia no Brasil: estudos e práticas na Aviação.** Rio de Janeiro: DAC/NUICAF, 2001. p.147-156.

SAUKI, M. A; WASILEWSKI FILHO, P. H. W.; BRITO, V. M. **Estudo de adaptação ergonômica em consoles de tráfego aéreo.** 2003. 125 f. TCC (Curso Superior de Tecnologia em Mecânica, Modalidade: Gestão de Manufatura) – Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná (CEFET-PR), Curitiba, 2003.

SLAIKEU, K. A. **Intervención en Crisis:** manual para práctica e investigación. El Manual Moderno, México, 1996.

WERLANG, B. S. G. et al. Intervenção em Crise. **Revista Brasileira de Terapias Cognitivas**, v. 4, n. 1. Porto Alegre, 2008.

YEHUDA, R.; MCFARLANE, A. C. Conflict between current knowledge about posttraumatic stress disorder and its original conceptual basis. **American Journal of Psychiatry**, n 152, p. 1705-1713, 1995.

## **PSYCHOLOGICAL IMPACT CAUSED BY A TRAUMATIC EVENT IN AIR TRAFFIC CONTROL ACTIVITY**

**ABSTRACT:** This paper presents theoretical reflections about the psychological impact suffered by the individual who directly or indirectly experiences a traumatic event in his or her life. Specifically, the air traffic controller in the exercise of its function when faced with the occurrence of an air crash, as well as how these acute reactions to stress in all physical, physiological, behavioral, psychosocial and cognitive aspects may compromise the performance of his or her activities, presenting risks to operational safety.

**KEYWORDS:** Psychological impact. Traumatic event. Air traffic controller.

## ESTRATÉGIAS COGNITIVAS APLICADAS À PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS

Rosana Conceição Bauer<sup>1</sup>

Ricardo Weiner – D.Sc.<sup>2</sup>

Artigo submetido em 23/09/2010.

Aceito para publicação em 18/11/2010.

**RESUMO:** O presente trabalho tem como objetivo examinar aspectos do comportamento psicológico que atuam como fatores contribuintes dos acidentes aeronáuticos ocorridos com a aviação geral brasileira. O foco principal é o entendimento dos processos cognitivos que disparam os erros humanos, cujas origens estão na forma de perceber e interpretar a realidade, sendo esta influenciada pelo conceito que os pilotos têm de si mesmos. O estudo de caso de alguns acidentes procura elucidar a relação entre o pensar e o agir do piloto demonstrando a qualidade da tomada de decisão em situações críticas. A psicologia cognitivo-comportamental faz suas contribuições, enquanto analisa a influência das crenças e distorções cognitivas sobre o modo de pensar dos tripulantes acrescentando importância ao estudo das influências que a cultura de trabalho tem sobre a motivação e decisão do piloto durante a atividade aérea. A partir do estudo dos comportamentos de risco o presente artigo oferece sugestões de estratégias, já normatizadas pela psicologia cognitivo-comportamental que reduzam os erros no processamento da informação e ampliem o grau de segurança operacional.

**PALAVRAS CHAVE:** Erro humano. Cultura organizacional. Psicologia cognitivo comportamental.

### 1 INTRODUÇÃO

Durante muito tempo, o estudo dos acidentes aeronáuticos restringiu sua análise ao nível individual, entendendo como principais fatores contribuintes, os

---

<sup>1</sup> Graduada em Fisioterapia pela Faculdade de Ciências da Saúde do Instituto Porto Alegre (1984), Especialista em Educação pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (1995). Graduada em Psicologia pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (1996), Especialista em Psicoterapias Cognitivo-Comportamentais pela WP Centro de Psicoterapia Cognitivo-comportamental. Possui os Cursos de Formação em Fatores Humanos do CENIPA e Universidade do Sul da Califórnia – UCS. É Tenente Coronel da Força Aérea Brasileira, atualmente Chefe da Seção de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos do SERIPA V. bauer.rosana@gmail.com

<sup>2</sup> Graduado em Psicologia pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (1992), Mestre em Psicologia Social e da Personalidade (1997) e Doutor em Psicologia pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (2002). Atualmente é professor adjunto da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, diretor-presidente da WP Centro de Psicoterapia Cognitivo-comportamental, coordenador e professor do Curso de Especialização em Psicoterapias Cognitivo-Comportamentais da WP. ricardoweiner@brturbo.com.br

erros operacionais cometidos pelos pilotos durante o voo. Esta interpretação sofreu o contraponto da versão organizacional, que levantou a hipótese de um contexto prévio, propício ao erro humano em que, falhas nos processos organizacionais criavam condições para a elevação do risco operacional influenciando, negativamente, as decisões do piloto.

Reconhecendo a importância destas duas versões de interpretação dos fatores contribuintes, este artigo acrescenta o estudo das tendências do funcionamento psicológico no ambiente de trabalho aeronáutico, como as percepções, os pensamentos e os julgamentos que estão presentes nas interações entre pilotos e demais tripulantes e que influenciam na execução da atividade aérea. Também busca sugerir estratégias cognitivas que podem ser usadas nos programas de prevenção de acidentes aeronáuticos. Através do estudo de caso de acidentes aéreos ocorridos recentemente, é possível elucidar a relação entre o pensar e o agir do piloto, tendo sempre em vista que estes elementos são determinantes da qualidade da tomada de decisão em situações críticas da aviação e, por esta razão, determinantes para a prevenção de acidentes.

A Psicologia Cognitivo-comportamental tem papel importante neste trabalho de investigação, pois ao reconhecer a influência dos pensamentos sobre os comportamentos, sobre a fisiologia e sobre o ambiente, permite fazer inferências sobre as causas que constituíram o contexto do acidente. Observa-se que, embora pilotos e demais tripulantes tenham adquirido uma experiência profissional e estejam familiarizados com procedimentos técnicos e operacionais, em situações estressoras, as respostas apresentadas diferem das usualmente dadas por eles, tanto na tomada de uma decisão, elemento essencial da atividade aérea, quanto nos demais processos cognitivos coadjuvantes, como atenção, memória, orientação e julgamento.

O artigo demonstra, também, as imposições do contexto cultural sobre a motivação e decisão do piloto e a importância da identificação das vulnerabilidades cognitivas e comportamentais aos ditames culturais da atividade.

Algumas estratégias, normatizadas pela Psicologia Cognitivo-comportamental, trazem contribuições importantes na prevenção de erros na aviação, sobretudo aquelas que, respeitando aspectos da natureza humana, em termos de processamento da informação, oferecem modelos de intervenção focada em comportamentos avaliados como de risco, para serem objeto de mudanças dentro das unidades, grupamentos ou empresas aéreas.

## **2 ATIVIDADE AÉREA E PREVENÇÃO DE ACIDENTES**

A aviação se insere no contexto do trabalho como qualquer outra atividade profissional, entretanto, por apresentar uma cultura muito peculiar, requer elevados níveis de controle de operação, o contínuo desenvolvimento de tecnologias e grande mobilidade pessoal e organizacional.

Para trabalhar dentro deste contexto complexo e dinâmico, o ser humano desenvolveu novas habilidades, sempre acrescentando esforços de adaptação e superação, nem sempre totalmente estudados e reconhecidos.

Fazendo uma analogia entre os aviões rudimentares do início do século passado e as grandes aeronaves atuais, percebe-se que, embora as modificações sofridas pelas máquinas tenham sido de uma grandeza e complexidade significativas, os indivíduos que as operam são os mesmos. Embora estes sujeitos mostrem-se, evidentemente, mais aparelhados do ponto de vista dos seus conhecimentos, eles ainda possuem, fundamentalmente, as mesmas características psicológicas, mentais e físicas dos tempos remotos (MAURINO; REASON; JOHNSTON; LEE, 1995).

As mudanças no contexto da aviação atenderam a muitas demandas e junto ao crescimento da atividade aérea ocorreu o crescimento de problemas correlatos a ela, o que exigiu o desenvolvimento de pesquisas e a investigação minuciosa de fatores causais de acidentes. Dentre estes fatores, pode-se dizer que são prevalentes os fatores humanos, daí a necessidade de ampliar a compreensão das ações do ser humano que é, sem dúvida, o principal agente de todos os processos e

o único capaz de monitorar os sistemas e deter as catástrofes (PERROW, 1999).

Para compreender os aspectos humanos implicados nos acidentes é importante conhecer a base cognitiva dos erros, as crenças associadas ao contexto e os modos de resolução de problemas, usados por pilotos, técnicos da manutenção, controladores de tráfego, entre outros participantes da tarefa de voar.

### **3 PENSAMENTO E COMPORTAMENTO NA AVIAÇÃO**

Todo comportamento é precedido de um pensamento e ambos geram modificações no ambiente. O funcionamento psicológico e sua adaptação a determinados contextos está condicionado ao grau de significado que o indivíduo imprime a sua experiência e é gerado pela forma como interpreta uma dada realidade. Desta atribuição de significados vão de construindo esquemas mentais que atuarão como base de referência para o processamento cognitivo. Ao interpretar as situações vividas, o indivíduo gera significados que podem ter maior ou menor coerência com a realidade. Aqueles pensamentos carregados de significados incoerentes são denominados disfuncionais (BAHLS; BAHLS, 2003).

Este pressuposto permite conhecer e entender o amplo espectro de decisões e comportamentos gerados na atividade aérea, favorecendo a identificação de erros de processamento cognitivo que precederam ou ativaram comportamentos inseguros. Ao estudar o comportamento de tripulantes, percebe-se um elevado grau de mobilidade cognitiva, dada a variedade de situações que demandam a atitude e decisão rápida dos pilotos, principalmente quando ocorrem oscilações de risco operacional.

Para elucidar o acidente aéreo, além de conhecer o modo como os pilotos e tripulantes pensam é também essencial verificar o tipo de influência cultural a que estão submetidos e o grau de controle demonstrado por eles na realização da atividade aérea. Dentre os processos cognitivos utilizados por pilotos e tripulantes, a metacognição demonstra ser de papel importante, por estar ligada à função de identificação e controle de riscos, assunto a ser comentado mais adiante.

É necessário reconhecer que um acidente não é o resultado de uma combinação azarada de eventos, mas o resultado de uma combinação específica de erros, que tem origens no comportamento e no processamento cognitivo das informações.

Observa-se, no cotidiano da atividade aérea, a presença de precondições ao acidente. Algumas destas precondições são reflexos de decisões ou omissões organizacionais que se transformam em cultura quando compartilhadas pelo grupo.

A formação de uma cultura organizacional tem implicações na formação de significados e de crenças individuais, as quais comumente são observadas como elementos coadjuvantes nos acidentes, por isso, a importância de identificar sua gênese e sua relação com o risco operacional.

#### **4 PROCESSOS COGNITIVOS**

Segundo a Psicologia Cognitiva, o processamento da informação é o ato de atribuir significado a algo. Os indivíduos atribuem significado a acontecimentos, pessoas, sentimentos e demais aspectos de sua vida. Ao descrever a natureza dos conceitos, resultados de processos cognitivos, vemos que os indivíduos comportam-se de determinadas maneiras e constroem diferentes hipóteses sobre o mundo e sua própria identidade. Algumas vezes a resposta habitual pode ser uma característica geral dos indivíduos dentro de determinada cultura, em outros momentos estas respostas são o resultado de suas idiossincrasias e de sua experiência individual (BECK; ALFORD, 2000).

A cognição humana geralmente é adaptativa, mas não em todas as circunstâncias específicas (STERNBERG, 2008). Do processo de evolução humana, herdamos um aparato cognitivo capaz de decodificar estímulos ambientais com muita precisão, sem deixar de reconhecer os estímulos internos provocados por aprendizagens anteriores.

Percebemos, apreendemos, lembramos, raciocinamos e resolvemos problemas com destreza e, embora a diversidade de estímulos a que somos

submetidos tenha um caráter facilitador das operações mentais, algumas vezes representa dificuldade em certos conteúdos específicos.

Nossa memória, raciocínio e julgamento, por exemplo, são suscetíveis a certos erros sistemáticos e identificáveis que podem ter como influência aspectos motivacionais e ambientais. Dentre os erros da memória destacamos aqueles provocados pela transitoriedade, o que significa dizer que uma informação permanece sendo lembrada por um período de tempo, desde que seja estimulada, relembra, memorizada, podendo desaparecer caso não a utilizarmos (SCHACTER, 2003).

Processos como percepção, memória, atenção e julgamento são influenciados por condições físicas e emocionais. A fadiga de voo, por exemplo, aumenta o potencial de risco operacional, já que o cansaço físico e mental reduz as respostas cognitivas causando prejuízos, algumas vezes imperceptíveis (HERCULANO-HOUZEL, 2007).

Outro importante componente do comportamento humano, segundo Caballo (2006), é o temperamento, que é uma predisposição biológica que pode, entre outros pontos, determinar o grau de expressividade do indivíduo na interação com o ambiente. Pode assim também favorecer as aprendizagens, tendo-se indicadores de que pessoas mais expressivas trocam mais informações com o ambiente, recebem mais retroalimentação dos outros sobre o seu funcionamento social e emocional, facilitando o desenvolvimento de habilidades e de competências sociais.

Este aspecto pode ser observado no ambiente de aviação, no qual as interações sociais funcionam como dispositivos de resolução de problemas, melhoram as comunicações, os níveis de confiança e influenciam no grau de motivação para o trabalho em equipes.

Os processos cognitivos, que são estruturas acrescidas de significado, ativam comportamentos do indivíduo em sua práxis. O acesso a estes registros mentais amplia a compreensão do acidente aéreo, razão pela qual a Psicologia empreende esforços na sua investigação.

#### 4.1 Percepção e processamento da memória

A percepção é o conjunto de processos pelos quais reconhecemos, organizamos e entendemos as sensações que nos chegam dos estímulos ambientais. Engloba muitos fenômenos psicológicos sendo influenciada pelas memórias, pela experiência e por elementos motivacionais (STERNBERG, 1992).

A memória e o aprendizado são fundamentais na experiência humana. Grande parte do conhecimento é adquirida por meio das vivências e isso teve a participação da memória. Aquilo que é apreendido persiste ao longo do tempo, entretanto quando as informações guardadas pela memória não são ativadas, sofrem uma degradação e aquilo que era sabido a respeito de uma realidade pode se perder. Quando o indivíduo não lembra todos os aspectos de uma experiência pode fazer construções falsas que preenchem os lapsos, mas que nem sempre são verdadeiras (EISENKRAEMER, 2006).

O fragmento de texto retirado do estudo de um acidente aéreo revela erros ligados à percepção e aos processos de memória:

O piloto iria fazer o primeiro voo local com uma aeronave recém comprada e com a família a bordo. A aeronave estava carregada de combustível e decolaria em sua capacidade máxima. Assim que decolou o avião, quase sem força, colidiu com o topo de uma árvore e caiu de frente para o solo. O piloto era acostumado a fazer voo livre, mas naquele dia a operação exigia dele procedimentos diferentes daqueles executados quando no comando do planador. Piloto e familiares faleceram no local. (BAUER, 2005).

Neste exemplo, é possível inferir a presença de um pensamento distorcido do piloto, que mesmo sabendo da necessidade de treinamento específico para operar em outra aeronave, julgou-se apto. Este pensamento é gerado numa crença de invulnerabilidade. O piloto acredita que nada de ruim poderá lhe acontecer, que tem todo o conhecimento e experiência de que precisa para realizar aquela missão. Esta crença, por sua vez, ganha força quando o ambiente cognitivo é favorável, ou seja, tem elementos reforçadores como, excessiva autoconfiança, tendência à improvisação e exibicionismo, características comumente observada em pilotos

experientes, e que tem prevalência entre os comportamentos de risco.

Durante a análise deste acidente, confirmou-se esta assertiva, constatou-se que o piloto não tinha conhecimento da aeronave, não dominava a equação entre peso e balanceamento, recém havia iniciado o curso de piloto privado e apresentava fortes motivações para demonstrar coragem e ousadia à família. Era seu segundo casamento, a nova esposa era bem mais jovem do que ele e ambos apresentavam uma grande necessidade de superar imposições geradas pelas diferenças de idade.

Ao agir com impulsividade e improviso, demonstrou o seu despreparo técnico e, por excesso de autoconfiança, teve sua percepção alterada. Não percebeu suas limitações e esqueceu que alguns parâmetros adotados, como a corrida em pista curta, eram compatíveis à pilotagem do ultraleve e não do avião. Este aspecto influenciou negativamente seu julgamento da situação e a consequente tomada de decisão operacional, acrescidos pela ansiedade por voar.

Algumas vezes as memórias não respondem às demandas do contexto atual, principalmente se foram registradas em outras circunstâncias, gerando distorções na avaliação de diferentes contextos (MCMULLIN, 2005).

A afirmação “mas eu sempre fiz assim” pode ilustrar esta distorção cognitiva. Às vezes um piloto ou um mecânico aprende um procedimento errado e segue agindo assim, até que algo ou alguém significativo chame a atenção para o erro, entretanto, se aprendeu certo o procedimento, mas não o executa certo, acreditando mais na sua maneira de proceder, incorre num erro associado à falsa idéia de superioridade que sua experiência pode conferir. Além de contribuir para a formação de hábitos, a memória de experiências que deram certo, mesmo de experiências que contrariaram procedimentos previstos, reforça a intenção de praticá-los novamente, oferecendo falsa garantia de segurança.

Quando pilotos ou mecânicos pensam “aqui nós fazemos assim”, baseiam suas crenças na falsa idéia de superioridade na qual uma regra não acompanha o seu desenvolvimento profissional, por isso pode ser desprezada. Esta flexibilização de padrões pode promover uma cultura de complacência a comportamentos

inaceitáveis para a atividade aérea segura. Quando piloto e tripulantes aceitam realizar diferentes procedimentos, e isso vai ocorrendo de forma insidiosa, vão perdendo a consciência de perigo, vão transformando as exceções em regras e isto pode reduzir seu campo de visão operacional.

Grande parte dos procedimentos operacionais deve ser realizada mediante um *check list*. Cotejar, ler ou cantar o procedimento contribui para monitorar o trabalho da memória e garantir que o mesmo seja realizado corretamente.

#### **4.2 Natureza da atenção e da consciência**

A atenção é o processamento e a manipulação de informações e eventos importantes do ambiente a fim de lidar com a relação entre nossa capacidade limitada de processamento de informações e a demanda quase ilimitada de estímulos a que somos expostos no ambiente. Está intimamente ligada à percepção, na qual estímulos são captados por mecanismos sensoriais dentro de um padrão em que uns são priorizados em detrimento de outros. É um processo cognitivo que envolve a consciência, mas, em determinadas condições, ocorre inconscientemente, quando associamos ao foco da nossa atenção, conteúdos da memória mais difíceis de serem acessados. As memórias armazenadas, por sua vez, são fontes importantes no processamento da atenção e vão ser acessadas na medida em que focamos àquelas informações que nos interessam enquanto ignoramos outras (STERNBERG, 2008).

A atenção consciente é de alto valor para a atividade aérea. Ajuda a monitorar nossas interações com o ambiente e por meio desse monitoramento mantemos a consciência do quão bem estamos adaptados à situação onde nos encontramos. Outro benefício da atenção consciente é a ligação que podemos estabelecer entre nossas memórias passadas, ou seja, aprendizagens que fizemos, e as sensações presentes, aprendizagens que estamos fazendo, garantindo o sentido de continuidade da experiência.

Através da atenção consciente, podemos ainda controlar e planejar todas as

nossas ações futuras, tendo como base o monitoramento das informações.

Alguns fatores ambientais, como estressores sensoriais (muito ruído, muita luz), podem degradar a captação sensorial e alterar o grau de atenção consciente. Fatores motivacionais podem interferir na atenção levando a escolha de estímulos alheios ao contexto, resultando em escassa atenção aos processos operacionais em curso (REASON et al, 1995).

Caso o voo seja dificultado por uma condição meteorológica, que por si só demandaria um maior aporte sensório-perceptivo e uma maior concentração, em caso do piloto estar fatigado não terá as mesmas condições de identificar os perigos e aumentará sua vulnerabilidade para o acidente.

Foi o que aconteceu no acidente a seguir demonstrado: o piloto agrícola vinha trabalhando na pulverização de insumos; a atividade estava intensa e a perspectiva de aumento da carga de trabalho era constante. Executava muito bem os "tiros" e saía rapidamente da área para abastecer e continuar o trabalho. Entretanto, trabalhava com pressa, seu retorno para casa acontecia somente aos finais de semana, o que limitava o cuidado com os filhos. Havia algum tempo, a esposa estava impossibilitada do cuidado com os filhos, o que ampliou a vulnerabilidade das crianças. Preocupado continuamente com esta situação, o piloto trabalhou com baixos níveis de atenção concentrada.

Num dado momento, quando as condições do tempo mudaram, com grande elevação da temperatura, o piloto não percebeu que este fator poderia interferir na potencia do motor do avião e seguiu fazendo o mesmo carregamento que fizera nos voos anteriores. Durante a decolagem por falta de força não conseguiu tirar o avião do chão e caiu dentro de um lago onde ficou preso até a morte por asfixia.

Dentre os fatores que contribuíram para este acidente foi visível o erro na percepção das condições adversas da operação, aspecto gerado pela fadiga e pelo excesso de preocupação com a família. Este aspecto remete ao fato de que, nem sempre os processos cognitivos podem ser controlados conscientemente, sendo que alguns podem ser apenas monitorados. (BAUER, 2010).

## **5 PROCESSOS CONTROLADOS E PROCESSOS AUTOMÁTICOS**

A capacidade de processamento de informação tem limitações conhecidas nos humanos. O controle consciente das atividades cognitivas nem sempre é possível. Muitas das operações mentais ocorrem num nível automático, sem o controle consciente. Os processos automáticos demandam pouco ou nenhum esforço ou intenção e ocorrem como processos paralelos. A automatização tem a função de reduzir a atividade atencional do indivíduo durante a realização de atividades fortemente memorizadas, permitindo a liberação do controle consciente para a realização de outras tarefas mentais.

Os processos controlados são acessíveis ao controle consciente, são complexos, exigem análise e síntese e ocorrem numa série em que um passo é dado de cada vez. Exigem maior tempo na sua execução tornando-se automáticos na medida em que são frequentemente executados (STERNBERG, 2008).

A automatização é um processo pelo qual um procedimento passa de altamente consciente a relativamente automático, onde são requeridos gradualmente menos recursos cognitivos para a execução dos mesmos procedimentos (STERNBERG, 2008). Segundo o autor, a automatização libera muitas tarefas cognitivas, como a memória, a atenção concentrada, mas requer a monitoração dos aspectos essenciais da atividade que está em curso.

## **6 METACOGNIÇÃO**

Um dos pressupostos da atividade aérea é o controle de fatores de risco operacional. Parte deste controle é realizada pela utilização de medidas de segurança, por exemplo, realizar um bom planejamento do voo, definindo altitude, quantidade de combustível, número de pousos e decolagens, aeródromos, entre outros itens que atuam como defesas aos perigos inerentes ao voar.

Entretanto, aspectos relativos aos processos cognitivos também devem ser avaliados e monitorados. Chamamos este processo de pensar sobre o próprio

pensamento de metacognição, que é a capacidade de se autorregular, potencializando o próprio sistema cognitivo. É a compreensão que as pessoas têm de seus próprios pensamentos, o reconhecimento das crenças que ativam determinados pensamentos. A metacognição facilita a adaptação do indivíduo ao contexto, estimula o pensar antes de agir, decidir ou executar um comportamento.

Através da metacognição é possível planejar uma ação e corrigir os seus desvios; é possível monitorar o comportamento e adequá-lo às exigências do contexto (FLAVELL; MILLER; MILLER, 1999; STERNBERG, 2008).

Um acidente ocorrido quando uma empresa de táxi-aéreo fazia o transporte de cinco passageiros, demonstrou, em sua investigação, a presença de erros de processamento da informação que teriam sido evitados se não fossem as falhas no monitoramento metacognitivo.

Já se encontravam numa situação de emergência provocada pelo apagamento de um dos motores da aeronave, quando o copiloto orientou um procedimento ao comandante. Como estavam no limite de combustível, uma das manobras seria seguir imediatamente para um pouso forçado, o que poderia ser feito em aeroclube com o qual estavam alinhados verticalmente. O comandante, no entanto, decidiu realizar outro procedimento, contrariando a necessidade do momento. Apesar do copiloto alertar o comandante para o risco de se afastarem e de consumirem o restante do combustível, assim mesmo ele prosseguiu. A operação não teve êxito e a aeronave, seus tripulantes e passageiros caíram numa área de plantação de arroz. (BAUER, 2009).

Ao estudar este acidente, rico em informações oferecidas pelos sobreviventes, vemos que, apesar do comandante saber que o copiloto tinha mais experiência naquela aeronave, não considerou suas observações, fixando-se ao fato de possuir grande experiência no comando de aeronaves de alta performance. Era uma pessoa autoritária e limitava suas interações profissionais ao estritamente necessário, possivelmente motivado por crenças narcisistas.

Ocorreu falha no processo de metacognição e de comunicação. O comandante não agiu conforme as orientações do copiloto. Não questionou

pensamentos do tipo, “sou muito mais experiente do que ele, então eu decido o que fazer,” e desconsiderou o fato de ser o copiloto o mais experiente na aeronave e nas emergências daquele tipo. Não avaliou se o procedimento que estava realizando era o mais adequado para aquela situação de emergência e não considerou que havia cometido um erro operacional ao decidir fazer tal percurso sem combustível reserva.

Esta rigidez em reconhecer e em utilizar outro repertório de solução de problemas denotou a presença de distorções cognitivas, que foram ativadas pela preocupação com sua imagem profissional, buscando solucionar sozinho um problema para o qual não estava instrumentalizado.

## **7 RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS**

Embora autores da Psicologia Cognitiva demonstrem a importância do treino para a resolução de problemas (CAMINHA; WAINER; OLIVEIRA; PICCOLOTO, 2003), na atividade aérea, a tomada de decisão segue padrões previamente definidos e o seu treinamento requer o prévio conhecimento dos procedimentos operacionais. Este treinamento pode ser realizado em distintas fases da preparação do tripulante, como por exemplo, treinamento teórico (Ground School), treinamento prático (In flight), e simulação de voo.

Durante a formação técnica e operacional dos pilotos, é acrescentada ao treinamento a simulação de situações problema, na qual o piloto treina procedimentos específicos já definidos para cada situação. Este treinamento tanto pode ser feito em condições reais ou simuladas para a sua instrução. A simulação da operação aérea é um instrumento de treinamento reconhecidamente importante, permite ao tripulante o exercício de situações de emergências que não poderiam ser treinadas na operação real, dados os elevados riscos e custos da atividade.

A realização de rotinas definidas para situações operacionais específicas gera conforto e aumenta a confiança no procedimento. Conduz a uma estabilidade cognitiva e operacional que beneficia o piloto e o estimula a seguir padrões na tomada de decisão.

Da previsibilidade dos procedimentos rotineiros o piloto poderá abstrair as consequências de suas decisões, diminuindo a ansiedade e o estresse gerados pela necessidade de processar informações novas constantemente.

## **8 MODELO DE ANÁLISE ORGANIZACIONAL E PERCENTUAL DE FATORES CONTRIBUINTES NOS ACIDENTES AÉREOS**

Em pesquisa de fatores humanos contribuintes nos acidentes aéreos da aviação civil brasileira, realizada pelo CENIPA, entre os anos de 2000 a 2006, foi observada a prevalência de processos organizacionais relativos ao treinamento dos recursos humanos, ao clima, e a cultura organizacional sobre outros erros humanos estudados.

O passo seguinte da pesquisa foi encontrar quais foram os erros de processamento cognitivo relacionados aos erros operacionais, e, no estudo de relatórios finais de acidentes aéreos ocorridos entre os anos de 1998 e 2007, verificou-se que os erros mais pontuados foram os seguintes:

- Deficiente Julgamento – 19%
- Deficiente Supervisão – 15%
- Deficiente Planejamento – 9%

Dentre os Fatores Humanos os aspectos psicológicos mais prevalentes foram:

- Aspecto individual
  - Personalidade: elevada autoestima, impulsividade, e invulnerabilidade;
  - Atitude: complacência, excesso de confiança, e descaso com procedimentos;
  - Estado emocional: ansiedade elevada;
  - Motivação: elevada motivação e influência de interesses pessoais;
  - Atenção e percepção diminuídas;

- Memória: associação com evento anterior e hábitos adquiridos;
- Processo decisório: deficiente julgamento e tomada de decisão errada;
- Estresse.
- Aspectos psicossociais
  - Cultura do grupo de trabalho;
  - Pressão de superior, familiar, mudanças no estilo de vida;
  - Dificuldades financeiras.
- Aspectos organizacionais
  - Clima organizacional: picos de trabalho intenso, excessiva liberdade operacional;
  - Cultura organizacional: complacente com erros e violações;
  - Organização do trabalho: excesso de trabalho;
  - Fraco acompanhamento de pessoal;
  - Deficiente apoio de manutenção.

Os resultados mostram erros que precederam a tomada de decisão em situações críticas. Percebe-se também a importante influência dos processos organizacionais sobre os erros da cognição.

Em geral, todos os sistemas cognitivos são baseados em compensações, ora supervalorizamos uma informação que está disponível e em outro momento a descartamos, seja ela relevante ou não ao problema que temos a resolver (FLAVELL et al, 1999).

Desta complexidade observa-se que tarefas como, recordar, julgar, decidir são o resultado de uma grande interdependência de diversos processos cognitivos que, não escapam às influências do contexto cultural. Tais eventos cognitivos interagem reciprocamente uns com os outros e com outros processos que não são cognitivos, como a motivação. Se houver forte motivação para continuar realizando a atividade aérea em curso, a despeito da sobrecarga de trabalho que esta sendo autoimposta, por exemplo, os processos cognitivos em ação serão submetidos à

hegemonia da cultura do grupo, muitas vezes para sua própria permanência (STERNBERG, 2008).

O fragmento do relatório de um acidente ocorrido na aviação agrícola brasileira ilustra estas condições:

Após um longo período de safra, o piloto partiu de volta para casa, ansioso por chegar, pois deixara sua noiva com os preparativos para o casamento. O jovem piloto era considerado um piloto especial, "conhecia o avião como ninguém", fato que lhe garantiu os melhores resultados em todos os cursos de aviação que fez. O fato de ser considerado um dos melhores, já que dominava a máquina como ninguém, influenciou suas decisões e atitudes profissionais. De personalidade arrojada, corajosa, ávido por apreender, o piloto tentava os limites para superar-se. Esta foi a questão-chave que explicou o acidente que acabou com sua vida, tão prematuramente. Os colegas de safra conheciam suas manobras perigosas no ar, contudo, a toleravam e a aceitavam, pois se tratava do "melhor piloto". A família adorava saber de suas proezas, não temia nada, pelo contrário, no filho depositava suas expectativas de sucesso. E, por serem amorosos e estimulantes com o filho, contavam com sua dedicação, pois ele fazia tudo para ter o amor e a admiração daqueles a quem mais amava. (BAUER, 2009).

Esta história permite perceber a presença de condições preexistentes ao acidente aéreo que eram fomentadas pela cultura do grupo de trabalho. O piloto fazia acrobacias com a aeronave e ninguém questionava, realizando a pilotagem livre de supervisão, pois seu chefe confiava plenamente na sua conduta. Ele era estimulado a superar suas marcas para manter sua imagem de ótimo piloto. Também por isso, apresentava excessiva auto-confiança e elevados sentimentos de invulnerabilidade. Realizava manobras de improviso e imprudência, e teve estes comportamentos potencializados pelos pais e amigos, dando valência as suas atitudes arriscadas, a ponto de sedimentarem uma imagem de herói para ele, reforçando crenças de superação incondicional.

Outro acidente, ocorrido recentemente, demonstra que as pressões autoimpostas também são geradoras de perigos, assim como a fadiga autoinduzida.

O piloto, apesar de apresentar uma ótima performance no voo comercial, demonstrava interesse em voltar para a sua cidade e trabalhar na aviação agrícola.

Consegue apoio para montar uma empresa aeroagrícola em sociedade com uma empresa já sedimentada. Para isso era preciso conquistar os clientes do local, para quem a imagem da aviação agrícola se havia desgastado, devido ao péssimo trabalho desenvolvido por seus precursores.

Buscando superar os gastos decorrentes da implantação da atividade aérea e outros provocados por uma safra ruim, com baixos resultados e tentando construir uma imagem profissional junto aos sócios, o piloto planejou um período de intensa atividade aeroagrícola.

Na manhã do acidente seguiu com o técnico executor que lhe dava o suporte nos abastecimentos. Este, percebendo o estado emocional do piloto, teria dito a ele que suspendesse a operação e procurasse se acalmar, pois era grande o grau de ansiedade que manifestava.

Na noite anterior, o piloto telefonou para um colega, empregado da empresa, pois o havia liberado para voar noutro Estado enquanto aguardariam o início da nova safra.

Tiveram uma discussão ao telefone quando o outro colega informou que não voltaria na data estipulada. Muito agitado, o piloto não conseguiu dormir à noite, levantou-se diversas vezes, caminhou pela casa, manifestando o profundo mal-estar. A esposa acompanhou tudo, percebeu o estado de ansiedade do marido, tentou acalmá-lo, mas não teve sucesso.

Foi um dia de atividade aérea como outros, o céu estava limpo, os ventos mais intensos, e a atividade aeroagrícola transcorria normalmente. Para o piloto, porém, o dia estava pesado, suas preocupações eram perceptíveis e, no final da primeira jornada, ocorreu a colisão com um fio e a queda com incêndio imediato da aeronave, provocando a sua morte. (BAUER, 2010).

Estavam presentes, neste cenário, fortes pressões geradas pela necessidade de voar para atender às solicitações dos novos clientes e recuperar as perdas da safra anterior, garantindo uma ótima imagem perante os novos sócios. Entretanto, o profundo mal estar provocado pela discussão com o colega na noite que precedeu o acidente e sua frágil habilidade para resolução de problemas

interpessoais provocou intensa ansiedade e frustração. Com o pensamento carregado de crenças e sentimentos autodepreciativos foi muito mais difícil para ele operar a aeronave. Num dado momento, em que a operação que vinha desenvolvendo teve seus níveis de dificuldade aumentados, o piloto realizou a operação com déficits na percepção, atenção, memória e julgamento, entrando numa atitude que favoreceu a colisão com fios de eletricidade.

As pressões emocionais foram preponderantes neste acidente e vulnerabilizaram o piloto, com a consequente degradação dos processos cognitivos.

A cultura do grupo era tolerante com o excesso de carga de trabalho e de economia de meios, levou o piloto a forçar a operação, mesmo estando sob grandes pressões.

Uma das distorções cognitivas associadas a este aspecto da cultura é o fato do piloto ignorar o risco. Esta operação mental visa prevenir que os estímulos aversivos sejam percebidos, em vez de reconhecê-los. A tendência do piloto é evitar a ansiedade e as emoções negativas provocadas pelo contato com a idéia de risco provável (MCMULLIN, 2005).

Amalberti (2007) considera que o conhecimento dos riscos é um pré-requisito para seu domínio. A identificação dos perigos e das barreiras necessárias ao seu controle são considerados como processos centrais para qualquer melhoria em função da segurança.

No acidente em questão, pressionado pela necessidade crescente de atender os lavradores, o piloto agiu impulsivamente e desconsiderou outras possibilidades para resolver o problema da falta de piloto na safra que transcorria.

Conhecer a cultura de trabalho de um grupo ou de uma empresa aérea implica estudar os padrões cognitivos que são estimulados e reforçados por ela, como também os comportamentos que são rejeitados, uma vez que este conhecimento pode ser revelador de condições que se antecipam aos acidentes (REASON, 1998).

Processos organizacionais como, planejamento, treinamento, avaliação de

desempenho e supervisão da atividade aérea, podem apresentar falhas em sua execução, e gerar repercussões na atividade dos tripulantes (REASON et al, 1995).

As falhas, quando não são percebidas facilmente, ou quando são escondidas propositalmente, permanecem causando danos aos processos e ampliam a possibilidade do erro.

Este aspecto é explicado pelo autor como condições encobertas, que estão presentes no sistema, mas não são conhecidas, portanto não são controladas e eliminadas e, assim, aumentam o risco potencial de ocorrência de acidentes e requerem o seu gerenciamento (REASON, 1997).

O autor defende que as organizações de segurança de voo devem desenvolver instrumentos para coleta de informações que chamem a atenção e alertem para os assuntos relevantes.

Reason (1997) reconhece que há dificuldades para se realizar a coleta de informações sobre aspectos pessoais e da organização, uma vez que os relatos dependem da boa vontade dos investigados. Neste caso ele está se referindo a pouca disposição para colaborar entre pessoas envolvidas em ocorrências geradoras de perigo, ou seja, as pessoas não querem escrever sobre assuntos que foram resultados de erros humanos, entendendo que se o fizerem estarão expondo um ao outro.

Entretanto, Reason (1997) defende que as organizações devem desenvolver uma cultura de relatos voluntária e preventiva. Para que isso ocorra é preciso ultrapassar as dificuldades geradas pela desconfiança interpessoal, melhorar as formas de comunicação e desmistificar a utilização destes instrumentos, que por vezes são avaliados como instrumentos de punição.

Empresas aéreas desenvolvidas optaram por instrumentos de gravação e escuta de parâmetros de voo para superar tal dificuldade, nos quais toda a atividade realizada a bordo da aeronave é registrada. Entretanto, para muitos pilotos, esta tecnologia reduz a autonomia e controla as ações operacionais por completo, provocando resistências na aceitação de tais instrumentos.

O conceito de causalidade dos acidentes aeronáuticos proposto por Reason (1998) explica que, quando numa organização as falhas nos processos não são percebidas, embora estejam presentes, influenciam negativamente os demais processos, os quais são potencializados pelas condições de trabalho e, sem que sejam contornados por defesas efetivas, associam-se, permitindo o alinhamento de condições inseguras que criam o ambiente propício ao acidente.

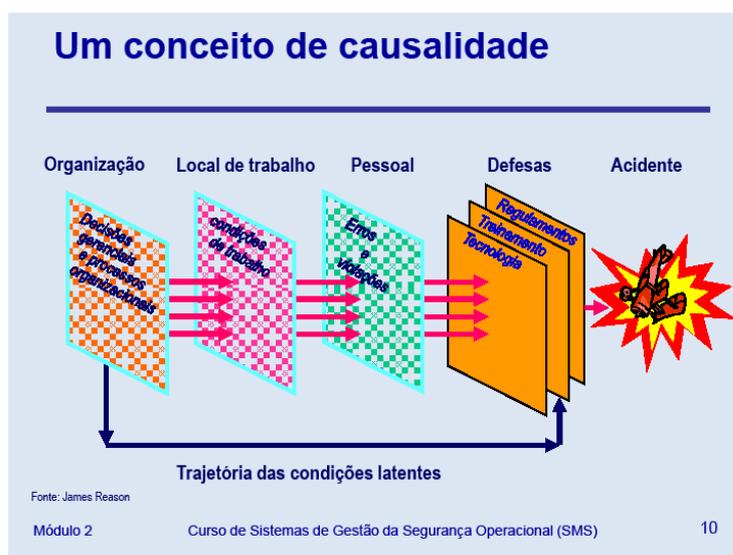


Figura 2. Conceito de causalidade de acidente (REASON, 1997)

No estudo dos processos organizacionais observa-se a presença de interações entre os fatores causais, entretanto, o conceito de causalidade de acidente de Reason (1997, Figura 2) Neste estudo, porém, o autor não explica as crenças e os pensamentos que precederam o aparecimento destas condições organizacionais, ocultando tendências naturais do processamento da informação em situações críticas e de grande estresse.

## 9 ESTRATÉGIAS COGNITIVAS NA PREVENÇÃO DE ACIDENTES AÉREOS

Todo o trabalho de prevenção de acidente aeronáutico se estrutura na aprendizagem, seja na forma declarativa, própria dos processos de conscientização

para a cultura de segurança, na qual o sujeito reflete a sua ação, apreende e reformula conceitos, como também na perspectiva procedural, na qual são usados treinamentos, técnicas vivenciais, protocolos de auxílio ao voo e simulações da atividade aérea, voltados a introduzir e desenvolver novos comportamentos.

A Psicologia Cognitivo-comportamental traz contribuições importantes para estruturação de novos conceitos e comportamentos de prevenção, quando examina os erros de processamento cognitivo que precedem os erros operacionais e quando introduz modelos de desenvolvimento de habilidades.

Importante verificar que os efeitos produzidos pelo trabalho cognitivo e comportamental, na atividade aérea, podem ser mensurados, já que dispõe de instrumentos claros e objetivos. As estratégias cognitivas objetivam introduzir modelos de pensamento seguro enquanto as comportamentais se baseiam na adoção de atitudes e habilidades.

## **9.1 Estratégias Cognitivas e Comportamentais**

### **9.1.1 Psicoeducação para a Aliança profissional e vínculo de confiança**

Um dos aspectos essenciais para a aplicação de um programa de prevenção de acidente aeronáutico é a construção de uma aliança profissional baseada na confiança entre as pessoas que compõem a equipe de trabalho. Embora o vínculo tenha sua natureza no afeto, é na cognição que ele se consolida, ou seja, aquilo que pensamos a respeito do outro e do nosso relacionamento profissional com o outro, é base para a estruturação de um vínculo de confiança.

Se a atividade aérea requer o envolvimento de muitas pessoas e segmentos profissionais distintos, a consolidação de vínculos de confiança estimula o movimento de complementariedade entre as partes, favorecendo o trabalho em equipes. É o que se denomina “engajamento”, ou seja, um comportamento nascido na identidade de grupo, que implica uma disposição para buscar objetivos coletivos e uma disciplina para fazer aquilo que tem que ser feito.

Neste processo atuam as representações mentais que dão base ao desenvolvimento de esquemas que influenciam no desenvolvimento dos vínculos (FLAVELL et al, 1999).

Uma aliança profissional baseada na confiança implica a expressão de valores essenciais para o trabalho coletivo, como, amizade, sinceridade, compromisso com a verdade, sigilo, e uma boa dose de altruísmo, sentimento que fomenta e motiva para servir a algum objetivo maior dos que os objetivos materiais e interesses pessoais.

Psicoeducar para a aliança profissional promove sentimento de pertença do indivíduo ao grupo, enquanto motiva e induz ao trabalho consciente. Alguns comportamentos organizacionais favorecem esta aquisição:

- Realizar um treinamento de integração toda vez que um ou mais tripulantes ingressarem na organização, de forma a facilitar a sua inserção profissional, em etapas:

- Definir um colega para apoiar o piloto/tripulante nesta fase;
- Apresentar vídeo institucional;
- Apresentar o pessoal da organização;
- Apoiar sua apresentação pessoal;
- Visitar as instalações da empresa;
- Acompanhar aos locais de refeição;
- Indicar locais de repouso, armários, vestiários, etc;
- Reunir com a equipe na qual o novo colega deverá se inserir;
- Definir as tarefas a serem assumidas pelo piloto/tripulante;
- Acompanhar o período de treinamento e avaliação de desempenho do

novo integrante;

- Atribuir atividades de dinâmica de equipe de trabalho que ultrapassem limites de ação e requeiram criatividade, divisão de tarefas, solidariedade e união de forças;

- Estimular a realização de reuniões da equipe de trabalho com pauta;

- Estimular a autoavaliação do trabalho individual e grupal;
- Identificar conflitos interpessoais e solicitar apoio profissional.

### 9.1.2 Desenvolvimento de cultura de segurança

Todo o trabalho requer um nível de instrumentalização básica. Na atividade aérea, alguns conhecimentos não podem faltar e devem compor o programa de treinamento básico desde as primeiras aulas.

Para formar uma postura profissional segura devem ser administrados, contínua e de forma crescente, conhecimentos sobre como identificar e controlar os riscos operacionais, o estudo de fatores que contribuíram para os acidentes, noções sobre os programas de prevenção desenvolvidos nas empresas. Todos estes pontos devem ser realizados segundo a especificidade de cada tipo de aviação e introduzir conhecimentos sobre as ferramentas básicas de segurança.

Entretanto, é preciso identificar, anteriormente, as crenças relacionadas ao comportamento seguro e interferir de forma a modificar distorções. Por exemplo: qual a razão do piloto decidir decolar, quando as condições meteorológicas do aeroporto onde planeja pousar indicam uma operação abaixo dos mínimos de segurança?

Questões como esta poderão fazer parte de um inventário de fatores humanos a ser respondido pelos pilotos.

O conhecimento em aviação é objetivo, nada se faz sem que antes tenha sido descrito, testado e aprovado. Do conhecimento e da experiência advêm as normas que padronizam e dão homogeneidade à atividade aérea.

A falta do conhecimento e de experiência prévia pode provocar o desenvolvimento de distorções cognitivas que conduzem ao erro involuntário.

Algumas condições são essenciais ao desenvolvimento e garantia de conhecimentos aeronáuticos:

- Fornecer o treinamento básico para o profissional;
- Adequar o treinamento às tarefas requeridas;

- Avaliar se o treinamento básico foi assimilado;
- Supervisionar a realização das atividades, estimulando o questionamento;
- Avaliar periodicamente e dar *feedback*;
- Oferecer treinamento básico em segurança operacional e prevenção de acidentes;
- Oferecer treinamento em Fatores Humanos com especialista;
- Oferecer treinamento de manutenção profissional;
- Oferecer treinamento de novas habilidades sociais.

### 9.1.3 Automonitoramento

O automonitoramento caracteriza-se pelo trabalho mental realizado no sentido de verificar se os procedimentos estão sendo executados corretamente. Esta é uma das estratégias mais eficazes no controle do risco operacional. Durante a realização de procedimentos operacionais é fundamental a leitura ou memorização de uma sequência de ações, previamente planejadas.

*Check list* é o procedimento de leitura das listas de ações a serem executadas. Este material é utilizado como apoio à memória e serve para garantir a execução padronizada de um procedimento. O *check list* pode auxiliar na verificação operacional, de manutenção e de condições humanas. Algumas estratégias auxiliam o automonitoramento:

- Definição da atividade e do *check list* correspondente;
- Memorização do *check list*: leitura, escrita, apresentação visual, exposição oral, tantas vezes quantas forem necessárias para a sua memorização;
- Confecção de cartão com o *check list* previsto;
- Definição de local específico para guardar *check list*;
- Exercício simulado para a equipe com verbalização do *check list* e cotejamento das informações;
- Acompanhamento e avaliação da simulação;
- *Check list* de Fatores Humanos.

#### 9.1.4 Supervisão

Todo processo operacional, seja a pilotagem propriamente dita, como a manutenção de uma aeronave, o abastecimento do avião, o embarque de passageiros e bagagens, um procedimentos de *check in*, em qualquer destes estágios da atividade aérea, é essencial o olhar cauteloso de um avaliador. O piloto em especial conta com uma rotina de *checks*, realizada por ele e pelo segundo piloto que o auxilia no controle da operação, entretanto, seu trabalho requer o monitoramento de outro profissional, que normalmente é o piloto chefe de operações. A supervisão de uma atividade profissional é uma tarefa cognitiva e comportamental que implica o controle da qualidade da sua execução, incluindo a identificação antecipada de ameaças

A supervisão deve ser feita por um profissional com conhecimento e experiência. Para garantir um bom trabalho o supervisor deverá lançar mão de algumas estratégias de ação:

- Conhecer os protocolos operacionais;
- Conhecer o fluxo das informações, comunicações e a cadeia de comando operacional;
- Ter detalhado em *check list* as ações individuais de cada membro da equipe;
- Conhecer as ocorrências comuns observadas no exercício das tarefas supervisionadas;
- Dar orientações à equipe sobre o modo como supervisiona e oferecer *feedback*;
- Demonstrar total empatia com o grupo supervisionado.

#### 9.1.5 Reconhecimento do erro

Reconhecer o erro implica uma atitude e demanda uma análise do contexto onde o erro se processou, sendo importante identificar os fatores internos e externos que o influenciaram. Identificar as alternativas que foram usadas para solucionar um

problema, mesmo que tenha resultado num erro, permite que outros profissionais avaliem suas tendências cognitivas na tomada de decisão e na solução de problemas (MCMULLIN, 2005).

Algumas técnicas como seta descendente, questionamento socrático, avaliação e contestação de pensamentos, pressupostos e regras são indicadas ao trabalho de reconhecer erros. Exemplo de questionamento socrático:

O motor do avião perdeu potência e o piloto fez um pouso forçado.

Por que o motor perdeu potência? Porque a manutenção das mangueiras de combustível não fora realizada. Por que a manutenção das mangueiras de combustível não foi realizada? Porque havia pressa na liberação da aeronave. Por que havia pressa na liberação da aeronave? Porque o proprietário não quis tirar o avião da operação, para não ter prejuízo econômico. E o que aconteceu? Para não ter prejuízo econômico, o proprietário forçou a operação, ocorreu um pouso forçado e danificou a aeronave. E esta atitude levou à economia de recursos?

Uma tabela de tarefas classificadas para cada equipe e com definição de erros possíveis poderá ser desenvolvida para estimular a identificação e o reporte de ocorrências. Neste caso cada grupo de trabalho conhecendo sua especificidade deverá delinear as atividades que desenvolve e as ocorrências possíveis. O preenchimento destas fichas deve ser orientado, estimulado e não deve representar uma ameaça para nenhum dos integrantes do grupo.

Protocolo de identificação de erros:

- Identificar as características da tarefa e os possíveis erros associados;
- Relatar o modo como executam as tarefas;
- Identificar fatores que interferem negativamente nas tarefas;
- Identificar influências organizacionais;
- Identificar modelo de supervisão;
- Dentre os erros associados, identificar graus de probabilidade e severidade;

- Relacionar as barreiras defensivas propostas para a atividade em questão.

O estudo destes elementos conduzirá a aprendizagens e ao estabelecimento de mudanças.

#### 9.1.6 Habilidades sociais e assertividade

Num contexto profissional simples, restrito a práticas manuais ou mentais independentes e que são realizadas isoladamente, a demanda por relações sociais é menor e restrita a uma ou duas pessoas. Num ambiente profissional complexo, entretanto, com funções e atividades que fazem intersecção entre seus espaços de atuação e que envolvem o trabalho de uma multiplicidade de profissionais, a exigência por uma maior destreza social não deve ser ignorada. Este é o caso da aviação.

Ao observar o trabalho cotidiano de cada segmento, de cada equipe, de cada campo profissional percebe-se uma interdependência entre as funções desenvolvidas que ocorre quando a condição de trabalho requer uma contínua interação entre as pessoas, onde mais de uma dezena de diferentes profissionais trabalham numa relação de simultaneidade e múltiplas influências, em que aquilo que um faz, reflete e modifica a ação do outro.

O grau de habilidade social requerido nas relações, não apenas do trabalho, mas nas interações com amigos, filhos e pessoas íntimas, é determinante no comportamento e no grau de satisfação pessoal. Isto quer dizer que o treinamento de habilidades sociais é hoje a técnica escolhida pelos treinamentos em CRM (*Cockpit Resours Manangement*), para superar grande parte dos problemas de desempenho e de competência profissional. Esta forma de treinamento aplica-se a um número variado de problemas organizacionais, percebidos no trabalho das equipes de alta performance.

Assim como a interação do homem com a máquina, que se processa dentro de um sistema complexo, implica características perceptivas, decisórias, motoras e

outras relativas ao processamento da informação (CABALLO, 2006), quando a equação destina-se a desenvolver a relação do homem com o homem, entram em cena elementos relacionados ao afeto e à expressão das habilidades sociais.

As habilidades sociais, que já foram consideradas como comportamento assertivo, desenvolveram-se para fazer frente às demandas por desempenho e competência pessoal. Reforçaram a eficácia nas relações interpessoais através da expressão de ideias, sentimentos, desejos e temores, que estariam presentes no ambiente de trabalho e que seriam superados através de treinamento e uso de estratégias.

A organização pode desenvolver, na forma de oficinas de habilidades sociais (SHO), atividades cotidianas envolvendo seus integrantes, individualmente ou em equipes, com objetivos claros para o treinamento de habilidades específicas, como segue:

- Oficinas de comunicação: comunicação com chefes, com subordinados, com os centros de controle de tráfego aéreo, com manutenção, com agentes da administração, com apoios, *check list* para comunicação de procedimentos previstos, *briefing*, *debriefing*, comunicação de emergência, fluxos de comunicação, expressão oral e escrita, preparação de relatórios, reportes voluntários e desinibição;
- Oficinas de expressão emocional: aprender a identificar sentimentos em si e nos outros, aprender a expressar sentimentos, validação de sentimentos do outro, exercícios de tolerância aos sentimentos desconfortáveis, desenvolvimento de confiança no outro, resolução de problemas interpessoais, medidas preventivas de condições desfavoráveis à atividade aérea, condições de restrição à atividade aérea;
- Oficinas de julgamento e tomada de decisão: análise de situações problemas, identificação de aspectos a serem modificados, identificação de fluxos de ação, análise de alternativas, decisão, pró-ação, resistências, atitude, *feedback*;

- Oficinas para o desenvolvimento de líderes: contextualização da liderança, formação de equipes, estilos de liderança, exercícios de liderança, delegação, coordenação, supervisão, comando, ordens e solicitações, gerenciamento de programas, avaliação de conjuntura, definição de estratégias de ação, reuniões, relatórios, crise, *feedback*;
- Outras oficinas podem ser desenvolvidas para atacar demandas geradas no contexto do trabalho, identificadas através de instrumentos diagnósticos; trabalho em equipes, conflitos de poder, elevação de níveis hierárquicos, assunção de novas funções, entre outras.

#### 9.1.7 Modelação

De acordo com Bandura (apud CAMINHA et al, 2003) uma forma importante de aprendizagem ocorre por modelação, ou seja, através da observação do comportamento de alguém admirável, o indivíduo passa a reproduzir gestos, pensamentos e comportamentos.

Este aspecto atribui grande importância aos instrutores de voo, que devem reunir características, essenciais ao ensino da atividade aérea, como ocorre em toda a relação entre a pessoa que ensina e a pessoa que aprende, enquanto permitem que suas atitudes sejam modelares para a identidade profissional.

Todo o trabalho desenvolvido na instrução aérea é realizado em pares, onde o instrutor tem papel preponderante na promoção de aquisições comportamentais e de conhecimento. Esta condição também é observada nas organizações, em que comportamentos socialmente aceitos influenciam a adaptação de indivíduos ao meio. Por esta mesma razão, alguns comportamentos considerados contrários à ética profissional podem conduzir a uma modelação negativa, por exemplo, fazer uso de bebidas alcoólicas em períodos correlatos ao voo.

Para garantir que aspectos modeladores influenciem positivamente o piloto e demais integrantes de seu grupo de trabalho é essencial preparar os instrutores, desenvolver habilidades de instrução e valores associados a ela, que requerem

expressão autêntica. Uma vez definidas as características essenciais para que instrutores sejam agentes de modelação, é preciso treinar habilidades que expressem os comportamentos esperados. Desenvolver também modelos de avaliação do instrutor para serem utilizados pelo grupo e subsidiarem o *feedback*. Observar e registrar aspectos modelados na atuação dos alunos.

## 10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A leitura de trechos dos relatórios feitos pelo psicólogo investigador permite concluir que as razões que conduziram aos acidentes analisados foram exclusivamente humanas, aspecto que expressa uma preocupação com o conhecimento sobre os fatores humanos na atividade aérea e o seu uso adequado.

As decisões tomadas pelos pilotos que protagonizaram tais situações demonstraram terem decorrido de influências variadas, como erros de memórias, baixa consciência situacional, transitoriedade do conhecimento, distorções perceptivas, pensamentos automáticos, crenças de invulnerabilidade, pressões organizacionais, pressões autoimpostas e deficiências no intercâmbio.

Estas conclusões acrescentam força à hipótese de que nem sempre o estudo de um acidente aéreo revela condicionantes do comportamento humano como resultado de pensamentos e de crenças, os quais, por sua vez são influenciados fortemente pelo ambiente organizacional.

Treinar o piloto e toda a equipe de profissionais que formam a cadeia produtiva do voo é uma condição essencial, mas não o suficiente para garantir a eficácia na operação aérea, já que a forma de processar a informação difere entre as pessoas e alteram os resultados das aprendizagens, assim como as motivações pessoais são determinantes de atitudes operacionais.

Daí a importância de conhecer o modo de pensar, sentir e agir de cada pessoa, o modo como aprende sim, mas também as suas crenças e as situações que as ativam. Delimitar com ela suas possibilidades e limitações, suas e da

atividade, os perigos decorrentes de erros no processamento das informações que lhe são peculiares e definir estratégias de controle e mudança.

É possível reconhecer que, o modo como pensavam os pilotos foi preponderante sobre a forma como agiram, sobre os sentimentos que precederam suas decisões e que, os níveis operacionais que atingiram não foram suficientemente asseguradores, faltando-lhes o autoconhecimento, a supervisão, o intercâmbio e o automonitoramento nas situações de emergência.

Este aspecto típico do mundo do trabalho revela uma significativa inabilidade social, em que a comunicação entre as pessoas fica restrita ao essencialmente necessário, a manifestação do afeto quase que totalmente anulada, sendo as trocas interpessoais percebidas como inadequadas ou constrangedoras.

Daí a necessidade de inovar atribuindo valência ao estudo humano na sua práxis, na busca de respostas mais aperfeiçoadas sobre a estrutura de sua cognição, como se percebe e como interage com a tarefa e que significado dá a todo este contexto.

Também importante, reconhecer que as pessoas não aprendem da mesma forma só porque treinam juntas e verificar que esquecem procedimentos e normas quando expostas esporadicamente à informação ou quando submetidas à sobrecarga de trabalho.

Importante entender que habilidades não surgem do nada, são fruto de treinamento e que é possível desenvolver habilidades essenciais para o voo, como a comunicação, liderança e expressão de pensamentos e sentimentos. Mas estes processos somente são possíveis através da vontade e da disposição para fazê-los.

A Psicologia Cognitivo-comportamental representa uma possibilidade de elaboração destas mudanças tão necessárias, pois reúne postulados e técnicas que facilitam o trabalho cognitivo adaptado ao modelo de trabalho da atividade aérea, onde cada acontecimento pode ser analisado à luz dos seus processos cognitivos, de suas crenças, distorções e de suas motivações.

## REFERÊNCIAS

AMALBERTI, René. Da gestão dos erros à gestão dos riscos. In FALZON, P. (Org.), **Ergonomia**. São Paulo: Blucher, 2007.

BAHLS, Saint Clair; BAHLS, Flávia Rocha Campos. Psicoterapias da depressão na infância e na adolescência. **Estudos de Psicologia**, v. 20, p. 25-34, 2003.

BAUER, Rosana. **Relatório de Fatores Humanos, Aspecto Psicológico**: acidente com aeronave de prefixo PT-RKC, ocorrido em 2004. Porto Alegre: SERAC 5, 2005.

\_\_\_\_\_. **Relatório de Fatores Humanos, Aspecto Psicológico**: acidente com aeronave de prefixo PT-JGH, ocorrido em 2008. Canoas: SERIPA V, 2009.

\_\_\_\_\_. **Relatório de Fatores Humanos, Aspecto Psicológico**: acidente com aeronave de prefixo PT-SDB, ocorrido em 2007. Canoas: SERIPA V, 2009.

\_\_\_\_\_. **Relatório de Fatores Humanos, Aspecto Psicológico**: acidente com aeronave de prefixo PT-TRA, ocorrido em 2009. Canoas: SERIPA V, 2009.

\_\_\_\_\_. **Relatório de Fatores Humanos, Aspecto Psicológico**: acidente com aeronave de prefixo PR-SUB, ocorrido em 2009. Canoas: SERIPA V, 2010.

BECK, Aaron; ALFORD, Brad. **O poder integrador da terapia cognitiva**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

CABALLO, Vicente. **Manual de avaliação e treinamento de habilidades sociais**. São Paulo: Santos, 2006.

CAMINHA, Renato; WAINER, Ricardo; OLIVEIRA, Margareth; PICCOLOTO, Neri. **Psicoterapias cognitivo-comportamentais**: teoria e prática. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2003.

EISENKRAEMER, Raquel Eloísa. Nas cercanias das falsas memórias. **Ciências & Cognição**, v. 9, p. 97-110, 2006.

FLAVELL, John; MILLER, Patrícia; MILLER, Scott. **Desenvolvimento cognitivo**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1999.

HERCULANO-HOUZEL, Suzana. **Fique de bem com seu cérebro**: guia prático para o bem estar em 15 passos. Rio de Janeiro: Sextante, 2007.

MAURINO, Daniel; REASON, James; JOHNSTON, Neil; LEE, Robert. **Beyond aviation human-factor safety in high technology system**. Aldershot: Avebury Aviation, 1995.

MCMULLIN, Rian. **Manual de técnicas em terapia cognitiva**. Porto Alegre: Artmed, 2005.

PERROW, Charles. Organizing to reduce the vulnerabilities of complexity. **Journal of Contingencies and Crisis Management**, v. 7, n. 3, p. 150-155, 1999.

REASON, James. **Managing the risks of organizational accidents**. Burlington: Ashgate 1997.

\_\_\_\_\_. **Human and error**. New York: Cambridge University Press, 1998.

SCHACTER, Daniel. **Os sete pecados da memória**: como a gente esquece e lembra. Rio de Janeiro: Rocco, 2003.

STERNBERG, Robert. **As capacidades intelectuais humanas**: uma abordagem em processamento de informações. Porto Alegre: Artes Medicas, 1992.

\_\_\_\_\_. **Psicologia cognitiva**. Porto Alegre: Artmed, 2008.

## **COGNITIVE STRATEGIES APPLIED TO AERONAUTICAL ACCIDENT PREVENTION**

**ABSTRACT:** This work aims at studying the psychological aspects of behavior that act as contributing factors to the occurrence of aircraft accidents in the Brazilian civil aviation. The main focus is on the understanding of the cognitive processes that trigger human errors, whose origins are in the way one perceives and interprets reality, which is influenced by the concept the pilots have of themselves. The case study of some accidents seeks to elucidate the relationship between pilot's thinking and acting, demonstrating the quality of his/her decision-making in critical situations. Cognitive-behavioral psychology gives its contributions, through the analysis of the influence of beliefs and cognitive distortions on the crew's way of thinking, adding importance to the study of the influence that work culture has on the pilot's motivation and decision during air activity. From the study of risk behaviors, this article offers suggestions for strategies, as standardized by cognitive-behavioral psychology, to reduce errors in information processing and expand the degree of operational safety.

**KEYWORDS:** Cognitive-behavioral psychology. Human error. Organizational culture.

## UMA ANÁLISE QUALITATIVA DA FILOSOFIA HUMS NA MANUTENÇÃO PREDITIVA FOCADA NO NÍVEL VIBRATÓRIO DEVIDO A CONDIÇÕES OPERACIONAIS DE HELICÓPTEROS

Rafael de Abreu González <sup>1</sup>  
Donizeti de Andrade – D.Sc. <sup>2</sup>

Artigo submetido em 15/09/2010.

Aceito para publicação em 17/11/2010.

**RESUMO:** Os HUMS (*Health and Usage Monitoring Systems*) nasceram na atividade *offshore*, sendo um dos tipos de sistemas de monitoramento de condição - HMS que também consideram parâmetros de emprego dos helicópteros. Alinhados à filosofia da manutenção preditiva, suas ações propõem garantir a aeronavegabilidade continuada e reduzir custos operacionais pelo diagnóstico antecipado e prognóstico de falhas, principalmente por meio de sensores de vibração, cujos dados são tratados por algoritmos dedicados a funções cada vez mais expandidas e integradas a outros subsistemas. Este artigo objetiva apresentar, como um painel prático, um breve sumário qualitativo desses sistemas, segmentado em: histórico e evolução do mercado; arquitetura; benefícios, desvantagens, limitações; desafios da certificação; e perspectivas de aplicação.

**PALAVRAS CHAVE:** Helicópteros. HUMS. Vibração.

### 1 INTRODUÇÃO

Este artigo objetiva propor uma análise qualitativa da aplicação da filosofia HUMS (*Health and Usage Monitoring Systems*) na manutenção preditiva, focada no nível vibratório correspondente às condições operacionais de helicópteros. Para

---

<sup>1</sup> Graduado em Ciências Navais pela Escola Naval, 1996, e em Engenharia Aeronáutica pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), 2003; Especialista em Segurança de Voo e Aeronavegabilidade Continuada pelo ITA (PE-Safety), 2009; atualmente cursa o Mestrado Acadêmico em Engenharia Aeronáutica e Mecânica no ITA. rafael@ita.br.

<sup>2</sup> Engenheiro Aeronáutico pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), 1983; Mestre em Engenharia Aeronáutica pelo ITA (1987), Master of Science e Ph.D. in Aerospace Engineering - Georgia Institute Of Technology (1992/1992); Especialista em Segurança de Aviação pela University of Southern California (USC), 2002; e Master in Business Administration pela parceria ITA-Escola Superior de Propaganda e Marketing (2003). Foi militar da ativa de 1974 a 2004, tendo servido por 4 anos no Exército Brasileiro e 26 anos como Oficial-Engenheiro da Força Aérea Brasileira. É professor colaborador de graduação e pós-graduação do ITA e coordenador do Curso de Especialização em Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade Continuada (PE-Safety) e do Curso de Mestrado Profissional em Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade Continuada (MP-Safety), na parceria ITA-CENIPA. deandradedoni@gmail.com.

isso, adota como metodologia a apresentação de um breve sumário qualitativo na forma de um painel prático, segmentado em: histórico e evolução do mercado; arquitetura; benefícios, desvantagens, limitações; desafios da certificação; e perspectivas de aplicação. O esforço de pesquisa se justifica no potencial dos HUMS para melhorarem a segurança de voo através de sua proposta de garantir a substituição de componentes sempre antes de suas falhas, sob diagnósticos e prognósticos antecipados que incrementam a confiabilidade e reduzem custos operacionais.

Os sistemas de monitoramento de condição HMS (Health Monitoring Systems) foram inicialmente desenvolvidos para incrementar a segurança em aviões comerciais. Atualmente, neste setor, a análise das informações coletadas por algumas empresas operadoras integram o programa de garantia de qualidade de suas operações de voo – FOQA (Flight Operational Quality Assurance), a partir do qual se pode identificar tendências potencialmente perigosas de operação e de utilização de componentes (AVIATIONTODAY, 2010a), permitindo, inclusive, apontar a necessidade de treinamentos.

Contudo, esforços no desenvolvimento de um tipo particular de HMS, que levaram em consideração parâmetros de utilização como a contagem de ciclos/tempo de operação e registros de dados de voo (FDR) e de excedência de limites recomendados (torques e velocidades), se concentraram nas aeronaves de asas rotativas: os sistemas de monitoramento de condição e emprego HUMS (Health and Usage Monitoring Systems). Neste caso, além de acompanhar a degradação dos grupos motopropulsor; trens de pouso; caixas e eixos de transmissão; célula; e ajuste de rotores (rotor tuning) - balanceamento e trajetória das pás (blade tracking), há o diferencial dos respectivos benefícios do registro de desempenho e indicação da excedência de limites operacionais, que podem comprometer significativamente a expectativa de vida de um componente. Para isso os HUMS contam com uma variedade de sensores (principalmente acelerômetros para coleta de dados de vibração) integrando um denominado sistema de aquisição

de dados, que ainda pode incluir ambas as funções do registrador de vozes e dados de voo (CVR e FDR) (AVIATIONTODAY, 2010b).

Esses dados podem ser processados simultaneamente ao voo (a bordo da aeronave ou em uma estação de solo via cartões de dados (AVIATIONTODAY, 2010b) para, desde que adequadamente interpretados, modificar (antecipar/postergar) a programação requerida de manutenção bem como as próprias ações operacionais da tripulação antes até do próximo pouso.

Espera-se de sistemas completos como os HUMS a aquisição, análise, comunicação e armazenagem dos dados advindos dos sensores de monitoramento permanente dos itens críticos e, por isso, essenciais à segurança de voo (AVIATIONTODAY, 2010a)., visando à limitação do risco de dano humano e/ou material a um nível aceitável a definir pelo Risk Assessment.

Neste contexto, ressalta-se o grande número de sistemas rotativos e críticos atuantes em helicópteros, peculiaridade cujos efeitos classificam-se como eventos catastróficos na categoria de severidade dos defeitos (perdas da aeronave e de vidas humanas). Assim, a tecnologia de monitoramento da grandeza vibração para detecção de falhas associadas surge da demanda pela antecipação de diagnósticos e prognósticos eficazes. E, então, os HUMS, desde a última década, ampliam sua aceitação como uma estratégia alinhada à eficácia da filosofia de manutenção preditiva, atualmente, e são utilizados como um método a esta, complementar, para garantir a aeronavegabilidade continuada (CORTES ; ALBUQUERQUE , 2009), definida como a garantia do nível certificado de segurança durante todo ciclo de vida operacional do produto (aeronave e/ou seus sistemas) (AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL, 2008).

## **2 HISTÓRICO E EVOLUÇÃO DE MERCADO**

Situando o leitor na linha do tempo, pode-se observar como a natureza da manutenção reflete a capacidade tecnológica adquirida. Nos primórdios da aviação imperava a manutenção reativa, por deficiência de dados de desempenho dos

componentes envolvidos. Neste caso nenhuma ação de manutenção era necessária até ocorrer uma falha, caracterizando um baixo nível de segurança e altos custos diretos (reparos maiores) e indiretos (indisponibilidade). Ciente das peculiaridades de risco da atividade aeronáutica, as especificações da certificação correlata ficaram mais restritas e suscitaram avanços nos processos de fabricação que tornaram os itens mais confiáveis. A previsibilidade de comportamento destes, adquirida das observações experimentais e estatísticas de operação, criou condições para uma manutenção proativa, de caráter antecipativo às falhas. A primeira delas, baseada em tempo/ciclos de operação, foi estabelecida sob uma filosofia preventiva. Nessa situação, substituem-se cada componente em função de agendamentos prévios, conforme sua concepção de projeto *fail safe*, *safe life* ou *Damage Tolerance*. E assim, por décadas, componentes de grande valor monetário foram removidos e descartados com base nas projeções de desempenho dos fabricantes. Muitas vezes, bem antes de o componente estar verdadeiramente não-utilizável e às vezes até indesejavelmente depois de o mesmo falhar. Na busca incansável por eficiência de operação (obviamente dos resultados financeiros a ela associados), dependente da segurança e disponibilidade, a indústria continuou evoluindo em tecnologia. À medida que se permitiu um melhor entendimento da dinâmica dos fenômenos envolvidos, domínio dos processos de fabricação, bem como a capacidade de mensurar e processar as evidências de desempenho, avançou-se em mais uma metodologia de “ter à mão” as aeronaves: a filosofia baseada na condição. Nesse caso, os componentes de aeronaves e sistemas são monitorados para se projetar quando sua falha é provável sob critérios pré-estabelecidos de análises de risco. Logo, de forma ideal, os componentes são utilizados até a totalidade de sua vida útil e sem a necessidade de substituição prematura, reduzindo custos operacionais e ainda sob a vantagem preponderante de serem sempre substituídos antes das falhas, potencialmente incrementando a segurança e confiabilidade.

Outrossim, os HUMS ganharam destaque na função de transição entre a filosofia tradicional de manutenção preventiva e a nova filosofia baseada em

condição (SCHAEFER; HAAS, 2002). Originados há trinta anos (AVIATIONTODAY, 2010a), tiveram seu primeiro voo certificado em 1991, a bordo de um helicóptero de transporte em apoio às atividades *offshore* no Reino Unido (Mar do Norte) (AVIATIONTODAY, 2010b). Encomendado pela Autoridade Aeronáutica Civil Britânica (CAA), investiu-se no desenvolvimento de sistemas que poderiam fornecer a então detecção antecipada de defeitos e, na medida do possível, a capacidade de prever/gerenciar uma janela de operação segura da frota. Oito anos mais tarde, a autoridade americana de aviação civil - FAA (*Federal Aviation Administration*) emitiu os requisitos de aeronavegabilidade para helicópteros da categoria normal e transporte AC-27-1/AC-29-2C, como orientação à certificação de instalação de HUMS (AVIATIONTODAY, 2010b).

Hoje, para inibir possíveis distrações comprometedoras da consciência situacional do voo, os pilotos, confiantes no “North Sea HUMS” (PIPE, 2002), dispensam a notificação de tendência de desempenho no *cockpit* - dado essencial somente à avaliação da central de monitoramento no solo.

A aceitação dos HUMS cresce e as forças armadas dos EUA continuam a desenvolver capacidades de HUMS para diagnósticos e prognósticos mais precisos. Vale a pena citar: o sistema já é padrão e plenamente operacional nos Sikorsky S-92 e S-76 C+, e no Eurocopter EC-135; e ainda é oferecido como uma opção no AgustaWestland AW-139 (AVIATIONTODAY, 2010b).

Aguarda-se confirmação oficial se as Forças Armadas Brasileiras receberão ainda em 2010 sua primeira aeronave equipada com HUMS e ainda CVR/FDR, o Eurocopter EC725 Super Cougar. Seria interessante que o pacote de 51 aeronaves contemplasse o que há de atual no mercado: CVR e FDR comandados por sondas de imersão e sensores inerciais para interrupção da gravação (capacidades padrão de 2 e 10 horas, respectivamente); monitoramento de desgaste por sensores eletromagnéticos de limalhas nas três caixas de transmissão; e checagem da garantia de potência dos motores e análise automática via AHCAS (*Advanced Helicopter*

*Cockpit Avionics System*). O mercado *offshore* nacional já conta com sistemas avançados como o HOMP (*Helicopters Operation Monitoring Program*), sistema que acompanha cada voo detalhadamente, padroniza as operações e identifica previamente qualquer problema na sua qualidade. São associados aos HUMS, tendo sido recentemente adicionados às aeronaves S-92 e S-76 C++, por exemplo. Em paralelo, muitos outros operadores estão adaptando suas frotas de helicópteros a esses novos equipamentos (AVIATIONTODAY, 2010b).

A relação dos maiores fabricantes de HUMS incluem a Smiths Industries do Reino Unido, que adquiriu a SHL - responsável pelas pesquisas que culminaram naquele voo pioneiro; e a americana *Goodrich*, grande e tradicional fornecedora deste tipo de sistemas ao mercado civil e militar global. Este mercado tem novos entrantes oriundos da área de estruturas, cujo planejamento estratégico foca ampliar a quantidade de clientes através do desenvolvimento de sistemas similares de baixo-custo (AVIATIONTODAY, 2010a).

O sistema HUMS da Smiths voa atualmente nas Forças Armadas Canadenses (Bell 412); instalado nos Eurocopter Super Puma; Sikorsky S-61 e S-76 de motorização Turbomeca Arriel; AgustaWestland EH-101; e nos aparelhos Bell-Agusta 609 *tiltrotor*, em desenvolvimento. Mais de 250 unidades desse HUMS estão em serviço e acumulam mais de 500.000 horas de voo a bordo dos Boeing HC Mk II Chinooks da Força Aérea Real Inglesa, que monitoram continuamente o *tracking* e balanceamento dos rotores, dispensando, portanto, testes e uso de equipamentos específicos a bordo. A *Smiths* está envolvida em um contrato de 21 milhões de dólares para desenvolver e fornecer HUMS e VCR/FDR para 70 helicópteros Future Lynx do Ministério da Defesa Britânico, distribuídos entre Marinha e Exército e com entrega agendada a partir de 2011. A mesma empresa está desenvolvendo um HUMS para o novo helicóptero multimissão fruto da parceria Indústria Aeroespacial Sul-Coreana /Eurocopter, candidato a substituir a envelhecida frota Bell UH-1 Huey do seu exército (entrega prevista do seu sistema de instalação em 2010, para atender 245 helicópteros). Para a AgustaWestland, a *Smiths* fornecerá um serviço

para análise de dados transmitidos tipo *base-web* para operadores de AW 139 (AVIATIONTODAY, 2010b).

A *Goodrich*, por sua vez, é fornecedora do primeiro HUMS a incorporar a linha de montagem de um aparelho americano (*Sikorsky S-92*), e o domínio dos diagnósticos contempla desde falhas em engrenagens e rolamentos de caixas de transmissão até infiltração de água entre as camadas das pás de material compósito. Seus produtos já se encontram na 3ª e 4ª gerações (esta já com FDR digital incorporado), de acordo com Kip Freeman, diretor de negócios de sistemas governamentais da divisão de sistemas utilitários e de combustíveis da *Goodrich Aerospace*(AVIATIONTODAY, 2010a). A empresa demonstrou sua capacidade de balancear os rotores principais em tandem do Chinook sem o uso de um dispositivo específico de detecção por infravermelho para o *tracking*. O algoritmo constante do *Integrated Mechanical Diagnostic HUMS* (IMD-HUMS) pode determinar soluções mais precisas para ajustar os sistemas rotativos fazendo cálculos mais detalhados das vibrações detectadas pelos acelerômetros na cabine do helicóptero. Em outras palavras, simplesmente faz-se uma melhor utilização dos dados normalmente recolhidos pelos HUMS. Esse conceito *trackerless* de *Goodrich* apresenta resultados mais rápidos, dispensa voos de teste repetitivos e custosos e tem sido comprovado em outras aeronaves equipadas com IMD-HUMS, como: *Sikorsky CH-53*, *H-60 BlackHawk* e *MH-60R SeaHawk*; e *Bell AH-1 Cobra* e *UH-1* (AVIATIONTODAY, 2010b).

Os novos equipamentos de monitoramento de vibração (HVM) a equipar em série os helicópteros da *Bell 412* e *212*, e *Agusta A109* e *A119* são fornecidos pela *IAC* e pela *Altair Avionics*, a qual foi adquirida pela fabricante canadense de motores aeronáuticos *Pratt & Whitney*. O sistema *Altair SmartCycle+*, por seus múltiplos canais, monitora o emprego dos motores por parâmetros do gerador de gases e da turbina, como torque, velocidade e temperatura; além dos níveis de vibração e outros parâmetros de HUMS, como a velocidade do rotor principal, velocidade e temperatura do ar externo e altitude(AVIATIONTODAY, 2010a).

### 3 DESCRIÇÃO E ARQUITETURA

Sucintamente, pode-se descrever a arquitetura básica de um HMS como formada por sensores que transformam as variáveis de interesse de cada aeronave em sinais elétricos, que em seguida são processados e comparados por algoritmos computacionais com um banco de dados históricos (referência) correspondente à variável em questão e apresentado para um operador a bordo, ou para uma central de monitoramento no solo, o estado atual do componente e sua probabilidade de falha, conforme mostrado na Fig.1 (CORTES ; ALBUQUERQUE , 2009)

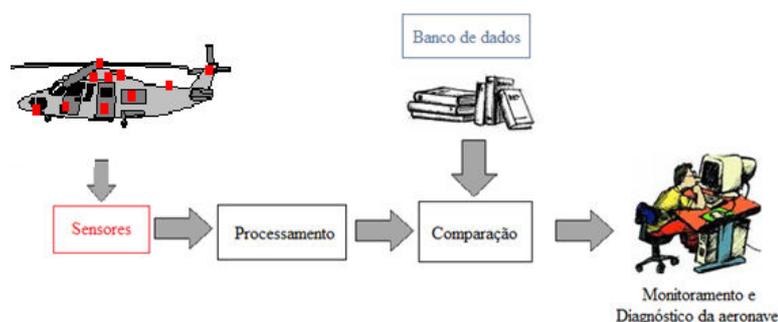


Fig. 1 – Diagrama simplificado de um *Health Monitoring System* (HMS). Adaptado de Cortes; Albuquerque, 2009.

A Fig. 2 mostra um espectro de vibração característico de cada helicóptero, que funciona como sua impressão digital e compõe seu banco de dados vibratórios. Referente a este, em cada faixa de frequência, associam-se as variações na amplitude a discrepâncias do componente correspondente, seja esse rotativo (como o motor, os rotores, e a caixa e eixos de transmissão) ou fixo (como os estabilizadores na fuselagem, etc.).

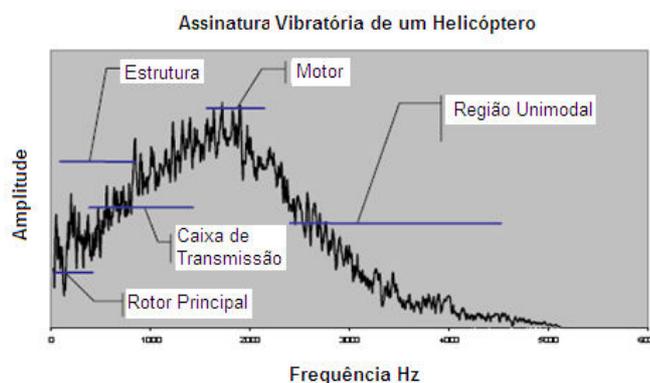


Fig. 2- Espectro de Vibração (assinatura) de um helicóptero. Adaptado de (PIPE, 2002).  
ISSN 2176-7777

Os sensores, os olhos do monitoramento da condição da aeronave, podem ser principalmente magnéticos, de temperatura, ou inerciais. Nestes estão os acelerômetros, responsáveis pela coleta das oscilações de resposta da fuselagem às excitações externas, como se vê na Figura 2. Alguns desses elementos são de quartzo ou cerâmica, e os HUMS utilizam-nos sob requisitos especializados de desempenho e confiabilidade, dependendo das peculiaridades da aeronave e parâmetros envolvidos: e em sua maior parte precisam ser herméticos para garantir um eficiente isolamento em ambientes de alta umidade e contaminantes (PCB, 2010). É desejável grande resolução e frequência de resposta para se garantir a identificação do sinal sem erros de amostragem. Alguns superiores, cita-se, as detêm na ordem de respectivos 25 mV/g e 20.000 Hz (+15%) (HELIHUB, 2010).

#### **4 VANTAGENS E BENEFÍCIOS**

Em matéria publicada pela empresa Eurocopter são citadas algumas informações estatísticas documentadas no Mar do Norte pela CAA. Aponta-se uma taxa de 70% de sucesso na detecção de falhas, seis delas potencialmente catastróficas, das quais uma ou duas poderiam resultar em um acidente (LOUGEE, 2010), cujos benefícios compõem um retorno do investimento nos HUMS e incluem: uma redução de 60% das inspeções e de 25% de voos de teste; e a diminuição em 20% das intervenções não-programadas (AVIATIONTODAY, 2010a). As vantagens podem ser agrupadas em três abordagens principais:

##### **A- Incremento da confiabilidade e do nível da segurança de voo**

Inspeções programadas (calendárias ou por ciclos de vida) na manutenção preventiva são necessárias à confiabilidade dos componentes e sistemas em prol da segurança de voo. Entretanto, por vezes, nenhum dano (trincas, pontos de corrosão, deformações etc.) é encontrado e falhas imprevistas podem ocorrer entre uma inspeção e outra, culminando acidentes, como mostrado na Fig. 3. O emprego de ferramentas do tipo HMS, como os HUMS, oferece constante monitoramento que

possibilita a identificação de uma tendência de falha futura de acordo com algum desvio do padrão de comportamento conhecido do sistema. Desta forma uma intervenção de manutenção preditiva pode ser realizada imediatamente evitando a ocorrência da falha, enquanto protege ainda contra riscos latentes associados a defeitos de fabricação. Por isso, do ponto-de-vista da segurança de aviação, a vantagem preponderante é o fato de os componentes serem sempre substituídos antes das falhas. Daí o potencial dos HUMS de melhorar a segurança e confiabilidade, e reduzir os custos operacionais.



Fig. 3 – Condição (estado) do material pelo tempo usando manutenção programada, baseada no tempo/ciclos; e usando manutenção preditiva, baseada na condição. Adaptado de Cortes ; Albuquerque, 2009.

## B- Disponibilidade operacional

A identificação antecipada das tendências de variações nas amplitudes das frequências de vibração da aeronave relacionadas a problemas nos conjuntos rotativos dos helicópteros por muitas vezes eliminam a necessidade da realização de voos de *rotor tuning* dos conjuntos dinâmicos (ajustes de balanceamento e *tracking*). Cabe ressaltar que esta característica permite que a gerência de uma manutenção centrada em confiabilidade (MRM) avalie a possibilidade de definir a melhor oportunidade para se parar a aeronave, aumentando consideravelmente a sua disponibilidade na grade de operação da empresa.

A Goodrich revela através de um exemplo em que as unidades de Black Hawk operando no Iraque e equipadas com HUMS voaram 27% mais missões e

mantiveram uma taxa de disponibilidade mais alta que as unidades não-equipadas com esses sistemas(AVIATIONTODAY, 2010b).

### **C- Redução dos custos operacionais**

A redução dos custos atribuída aos HUMS na manutenção é consequência da redução das próprias ações de intervenção dedicadas ou não-programadas, devida à otimização de programação e da correspondente coordenação de suporte logístico, as quais permitem a utilização reduzida de material consumível (selantes, anéis de vedação, lubrificantes, itens de limpeza, etc.), homens-hora e armazenagem de sobressalentes. Tudo isso através do monitoramento preciso e automatizado da condição de emprego; da redução de eventos de falha falsa NFF (*no-fault-found*); da redução de danos consequenciais devido ao auxílio do diagnóstico precoce; e da melhoria da análise das lições aprendidas do trinômio evento / incidente / acidente(AVIATIONTODAY, 2010b).

O uso de programas do tipo HSM reduz atrasos de manutenção e cancelamentos de voos, evita manutenções desnecessárias, reduz o preço do seguro devido à redução do número de acidentes e incidentes e despesas advindas de sinistros (CORTES ; ALBUQUERQUE , 2009).

Além disso, quando associado a sistemas como HOMP via satélite (atividade *offshore*), que monitora informações diversas da aeronave (posição, altitude, alerta de altura mínima, notificações de decolagem e aterrissagem) o sistema oferece relatórios de planejamento de missão e possíveis ocorrências de não-conformidades e alarmes de condição, que permitem pleno controle da frota, incluindo ainda análise informatizada dos relatórios de prevenção (VIANA, 2009).

Todos estes benefícios financeiros vêm na forma de retorno a um investimento inicial que atualmente é o grande desafio para alguns operadores. Conforme diz Douglas Thompson, gerente geral de desenvolvimento de monitoramento de motores da empresa Altair Avionics- "*It's almost cost-prohibitive in some cases*" (AVIATIONTODAY, 2010a).

A FAA estima que as aeronaves que desfrutam do estado da arte em monitoramento de condição proporcionam uma economia de 892 milhões de dólares por ano devido à redução de despesas com combustível, manutenção e custos diretos relacionados com acidentes (CORTES ; ALBUQUERQUE , 2009).

Pelo ponto-de-vista de um fabricante/mantenedor de motores aeronáuticos, quando se provê garantias deseja-se acompanhar exatamente a condição de vida e possíveis abusos do equipamento(AVIATIONTODAY, 2010a).

## **5 DESVANTAGENS E LIMITAÇÕES**

Há registros de incidentes cuja investigação apontou os HUMS como fatores contribuintes. Segundo Brian Larder, em um deles, envolvendo uma fatalidade, trata-se de um sensor que se encontrava inoperante. Em outro, houve um sério incidente devido à inabilidade da tripulação em confirmar o correto diagnóstico do problema em curso(LOUGEE, 2010).

Este último evidencia a importância de se considerar e acompanhar também, cada vez mais em destaque, os benefícios das pesquisas em fatores humanos e o gerenciamento dos recursos de cabine, tripulação ou corporação (CRM), e/ou ainda os da manutenção (MRM), conforme o caso, que muito afetam prognósticos e tomadas de decisão intrínsecas à segurança de voo. Por isso, a necessidade de treinamento e os desafios inerentes a uma mudança de cultura organizacional são fatores de tomada-de-decisão cujos custos não devem ser descartados.

A introdução de informações de detecção de falhas sem a estrutura de análise de risco associada à severidade da falha nem dos prognósticos das mesmas pode ser vista como uma desvantagem devido ao potencial para aumentar as necessidades de manutenção desnecessárias sob a óptica de não comprometer a continuidade da aeronavegabilidade. Pois nenhum operador quer conviver com a situação de um acidente relacionado a uma falha conhecida, não importa quão bem fundamentado e estruturado tenha sido o processo para a tomada-da-decisão para

não ter agido antes. A responsabilidade civil resultante seria inaceitável, com desdobramentos potencialmente péssimos para novos contratos de seguros, e para a imagem e sobrevivência posterior da organização, em termos de continuidade de seus negócios. Assim, prognósticos com limites atualizados e com monitoramento contínuo de diagnóstico fazem-se recursos imprescindíveis a um HSM(DARR, 2005).

Outra desvantagem potencial do HSM refere-se a esses limites de prognóstico. Se, dentro do nível máximo de incerteza estabelecido para a contínua segurança de operação, eles traduzirem valores consistentemente inferiores à metade do intervalo da manutenção programada tradicional, a oportunidade almejada para uma flexibilidade significativa na gerência da manutenção vai ser reduzida e pode limitar a aplicação do HSM - a menos que as definições desses intervalos se baseiem em probabilidades de falha estatística (alicerçadas no desempenho histórico) e devam ser mais conservadores que os limites de prognóstico adotados para o HSM(DARR, 2005).

Falsos alarmes de HUMS ligados a NFF criados por erros do *software* ou de sensores também afetam negativamente a disponibilidade operacional, de forma que uma taxa de 10% desses em, por exemplo, uma frota de 122 aeronaves, reduziria a disponibilidade operacional em 4% (cinco unidades e 2.000 horas de voo/ano) (SCHAEFER; HAAS, 2002) .

Nas atuais fronteiras de limitação, a maturidade da filosofia do HSM ainda não garante um monitoramento que contemple toda a aeronave. Por razões de compromisso entre precisão e viabilidade de custo, o HSM pode nunca ser capaz de fornecer o desejado acompanhamento econômico de um componente de um determinado sistema ou subsistema e, portanto, talvez sempre se torne necessário exigir uma combinação com a manutenção baseada em tempo. Essa limitação vai variar conforme a natureza do sistema/subsistema e precisa ser avaliada adequadamente(DARR, 2005).

Vale aqui ressaltar, em tom de uma reflexão essencial diante das vantagens

colocadas da seção anterior, que desvantagens e limitações serão sempre identificadas conforme uma nova tecnologia é adotada no teatro operacional. Cabe aos atores envolvidos (fabricantes, mantenedores, fornecedores, usuários e autoridades de aviação civil) discuti-las e refiná-las incansavelmente a fim de criar alternativas viáveis para contorná-las ou reduzi-las a níveis aceitáveis, atingindo então um balanço positivo em prol da segurança de aviação.

## **6 DESAFIOS DA CERTIFICAÇÃO**

Entende-se como certificação a comprovação de que o projeto atende aos requisitos para sua operação segura. Os requisitos básicos para uma certificação de tipo (de um produto aeronáutico) são: qualificação e instalação do sistema/equipamento que coleta, armazena e apresenta as informações; atividades de validação das demonstrações de cumprimento de requisitos (que envolvem a compreensão da física envolvida no mecanismo de falhas) e da metodologia (que analisa o quão bem os HUMS podem ditar as ações de manutenção baseadas na análise dos dados de condição e emprego); e as instruções para a aeronavegabilidade continuada, que implica, dentre outras: em instruções para operação e controle para cada item; procedimentos para o caso de inoperabilidade; e programa de treinamento e requisitos para ações de mitigação. A criticalidade é aqui definida como o nível de severidade das consequências indesejadas pelo uso dos HUMS na segurança de voo. Por meio de uma avaliação de perigo funcional, esse termo é classificado pela FAA em cinco categorias (em sequência decrescente): catastrófico, potencial perigo, maior, menor, sem efeito), os quais determinam o rigor do processo de certificação para o equipamento, *software* e sistemas(LOUGEE, 2010).

Nesse criterioso contexto, o desafio inédito da certificação reside na criação e análise de cenários diversos a que se deve prover segurança, sob as piores hipóteses, onde impera a complexidade associada aos modelos estatísticos

probabilísticos e a integração de múltiplos subsistemas, tanto embarcados como baseados em solo.

Por esses motivos, os HUMS estão no foco da atenção das agências regulatórias de aviação civil, como é o caso da FAA, que emitiu a 3ª alteração dos requisitos de certificação para a categoria helicópteros de transporte através da *advisory circular* (AC 29-2C); e da CAA, que em 1999 emitiu a AAD 001-05-99 CAP 693 *Acceptable Means of Compliance Helicopter Health Monitoring* (LOUGEE, 2010).

Aquela AC foca o processo de manutenção de aeronaves e descreve um guia de requisitos necessários para certificação da instalação de um HUMS aeronavegável, com instruções para a aeronavegabilidade continuada de um amplo portfólio de aplicações, visando à aprovação da autoridade aeronáutica de certificação. É previsto que os desenvolvedores possam sugerir outros métodos de comprovação dos requisitos além dos preconizados nesse documento; porém, os mesmos deverão ser previamente aprovados pela FAA. Ainda assim, destaca-se a seguir os seguintes elementos-chave de criticalidade que devem ser atendidos para a garantia da segurança (LOUGEE, 2010):

1. Avaliação de criticalidade nas fronteiras de aplicação e efeitos no helicóptero. No passado os dados advindos dos HUMS já se mostravam valiosos, mas não detinham caráter crítico de segurança de voo, pois eram utilizados em paralelo a regimes de manutenção tradicionais, ou, por exemplo, como instrumentos de suporte pós-venda no acompanhamento de equipamentos sob garantia. A partir do momento em que se podem utilizar as informações de saída dos HUMS para ajustar as práticas estabelecidas de manutenção ou se pode ser o único meio de indicação das condições da aeronave para a tripulação, a criticalidade do sistema deve ser determinada e o rigor da certificação adotado. Deve-se destacar que o processo de certificação desse sistema deve ser criterioso ao nível das consequências perigosas possíveis às ações inadequadas, que podem ser tomadas em sua consideração, bem como o impacto de sua instalação;

2. Considerações especiais para equipamentos de solo são relevantes, haja vista que devem ser consideradas as mesmas criticalidades dos itens embarcados; e quanto aos chamados itens *off-the-shelf* (retirados diretamente da prateleira), isto é, sem sistema certificado, são adotadas para contornar os rigores de uma certificação de *software*;

3. Validação de técnicas de monitoramento, algoritmos, parâmetros e critérios de rejeição;

4. Ações de intervenção associadas aos dados de monitoramento dos HUMS, que constituem em estender a vida de um item além da programação preventiva, salvando custos, ou reduzi-la a fim de evitar a falha antes do previsto na manutenção baseada no tempo; e

5. Ações de certificação para mitigação, ou seja, estabelecimento de fatores de compensação de criticalidade para um nível baixo, que sejam autônomos, contínuos e independentes dos HUMS. Assim o FAA não certifica nenhum sistema como catastrófico.

Mesmo concluído o processo inicial de certificação, o esforço precisa ser complementado continuamente por informações e evidências associadas à realidade operacional (dificuldades em serviço), que devem ser analisadas no julgamento da eficácia dos HUMS (para a garantia da qual se pode exigir a emissão de boletins de serviço de aplicação compulsória). Espera-se que os custos de certificação diminuam, à medida que mais modelos de projetos se beneficiem dos HUMS e mais experiência se adquira neste processo.

O HUMS da *Goodrich* foi certificado para atuar sob a Norma DO-178B (intitulada *Software Considerations in Airborne Systems and Equipment Certification*), critério criado pela RTCA (*Radio Technical Commission for Aeronautics*) para certificação de *software* embarcados, e classificado como nível B (potencial para causar falhas de potencial perigo/severas, identificadas e relacionadas com a segurança no sistema). Este documento determina verificação, validação, documentação e gerenciamento de configuração de *software* e disciplina

a garantia da qualidade a ser usada em sistemas de microcomputador (ESTADOS UNIDOS, 1993). Por se tratar de um projeto de arquitetura-aberta, terceiras partes podem desenvolver seus sistemas para se integrarem ao HUMS e ainda transmitirem dados em tempo-real para estações de solo, que utilizam computadores pessoais comuns (AVIATIONTODAY, 2010a).

## 7 PERSPECTIVAS DO USO DO HMS

As autoridades aeronáuticas estarão atentas à definição dos requisitos mínimos de certificação a fim de garantir a aeronavegabilidade das futuras aeronaves equipadas.

As novas gerações de HUMS caminham para atuar com maior confiabilidade e integração de funções, alterando cada vez mais a forma como se implementa a manutenção, e o crescimento do uso desses sistemas depende do aumento da confiabilidade desses sensores. Por isso, o ponto crítico é que ainda rende muitas pesquisas correlatas concerne à precisão dos sensores, que deverão ser mais confiáveis, baratos, e resistentes a uma gama de temperaturas, a contaminantes ambientais e à vibração das aeronaves.

Os fornecedores estão expandindo as funções e capacidades dos HUMS pelo aperfeiçoamento dos algoritmos de forma a efetuarem maior utilização dos dados. Novos rumos incluem as mudanças de transição: da detecção de condições de falha e diagnóstico para a antecipação de indicação de potenciais problemas e o diagnóstico voltado para o prognóstico confiável e detalhado de necessidades da manutenção; e de *logbooks* automáticos de rastreamento de uso de cada componente para seu gerenciamento completo, atualizado eficazmente pelos dados coletados na aeronave.

Estruturas em compósitos como fibra de carbono reforçado têm sua adoção ampliada em recentes projetos como, citando em ordem crescente, o B777, B787, e A380 por serem mais leves que estruturas metálicas e consideradas igualmente

duráveis por sofrerem menos fadiga. Contudo também estão suscetíveis a desgaste, muitas vezes sob a forma de fissuras ou delaminações, que muitas vezes não são visíveis a olho nu. A EADS-Airbus mantém pesquisas conjuntas com o Japão para assistência no desenvolvimento de tecnologia de monitoramento da condição estrutural (SHM). A tecnologia estudada detecta deformações ou fissuras invisíveis através de fibras ópticas que são utilizadas como sensores embutidos, ou colados, na estrutura em compósitos da aeronave. Funcionários da Airbus equiparam a tecnologia SHM aos sinais de dor enviados ao cérebro pelo sistema nervoso humano, quando fraturas, fissuras ou delaminações ocorrem e destroem as fibras, interrompendo assim o sinal de luz. Esta interrupção, por sua vez, permite que a anomalia seja identificada e localizada. Os desafios concentram-se na adoção em larga escala a custos não-proibitivos, no acréscimo de peso e comprometimento da própria resistência do material compósito. Outras tecnologias de monitoramento estrutural estão sendo vislumbradas. Inclui-se a premissa de utilização de sensores acústicos anexados a superfície desse tipo de estrutura a fim de captar a energia liberada pela propagação de uma trinca(AVIATIONTODAY, 2010b).

Uma linha de pesquisa da Honeywell explora a integração em uma unidade compacta, dos sistemas de aquisição de dados do seu HUMS ao CVR/FDR.

O futuro próximo dos sistemas HUMS na arena militar também aponta para sua integração com sistemas de comunicação como o *airborne communications addressing and reporting system* (ACARS), o que consiste na transmissão automática dos dados durante o voo, e que elimina seus cartões de armazenamento a bordo para serem analisados em tempo-real pelas estações de monitoramento no solo. Desta forma, o operador mantém imediata condição de sua frota, permitindo avaliar a extensão segura do tempo entre as revisões (TBO)(AVIATIONTODAY, 2010a).

Há a expectativa de que a consolidação dos HUMS como um item amplamente utilizado até pelos menores proprietários, motivados pela operação mais econômica de suas aeronaves, contribua com a meta da indústria de

helicópteros de reduzir a taxa de acidentes em 80% em 10 anos (AVIATIONTODAY, 2010a).

## 8 CONCLUSÕES

Os HMS chegaram ao mercado de aviação como mais do que uma nova tecnologia: como parte de uma filosofia que emerge mudando culturas organizacionais. A manutenção preditiva, baseada na condição de vida dos componentes e subsistemas, alinhada aos contínuos avanços tecnológicos, vem atender a incessante busca por maior segurança de voo e disponibilidade das aeronaves, e redução de custos operacionais, todos aspectos essenciais à melhoria da eficiência dos negócios do setor aéreo, civil e militar.

Os HUMS, contando ainda com parâmetros de emprego, ganham maior aceitação conforme se ampliam seus limites de prognóstico e discutem-se alternativas às atuais dificuldades. Em seus diversos projetos, tendem a se tornar mais acessíveis também com novas opções de baixo-custo possíveis, definitivamente culminando como um item de série na indústria de helicópteros. E sob os desafios inéditos exigidos para a certificação criteriosa das autoridades pertinentes, mesmos os projetos de arquitetura-aberta podem contar com a garantia da qualidade requerida. Integrações HUMS/CVR/FDR, transmissões automáticas de dados até via Internet e tecnologias de monitoramento da condição estrutural (SHM) em compósitos são apenas algumas das perspectivas que prometem garantir a aeronavegabilidade das futuras aeronaves equipadas.

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (Brasil). **RBHA 01**: definições, regras de redação e unidades de medida. Brasília, DF, 2008. Disponível em: < <http://www.anac.gov.br/biblioteca/rbha.asp>>. Acesso em: 21 abr. 2009.
- AVIATIONTODAY. **HUMS**. Disponível em: < [http://www.aviationtoday.com/am/categories/military/HUMS\\_5250.html](http://www.aviationtoday.com/am/categories/military/HUMS_5250.html)>. Acesso em: 21 abr. 2010b.
- AVIATIONTODAY. **HUMS: health and usage monitoring systems**. Disponível em: < <http://www.aviationtoday.com/am/categories/bga/76.html>>. Acesso em: 21 abr. 2010a.

CORTES, R. G. ; ALBUQUERQUE R. M. Health monitoring systems para segurança de voo. **Dédalo**: revista de segurança de voo da aviação do Exército, n. 12, p. 9-13, nov. 2009

DARR, S.. **NASA aviation safety & security program (AVSSP) concept of operation (CONOPS) for health monitoring and maintenance systems products**. Virginia: NAI, 2005 (Report No. 2006-04).

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

HELIHUB–The helicopter search engine. Dytran launches new accelerometer for HUMS and Rotor Track and Balance applications Disponível em: <<http://www.helihub.com/2010/05/13/dytran-launches-new-accelerometer-for-hums-and-rotor-track-and-balance-applications>>. Acesso em: 12 maio 2010.

LOUGEE, H.. Hums - certification considerations for current and emerging technology, Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=01053000>>. Acesso em: 25 abr. 2010.

PCB Piezotronics Inc. **In-flight monitoring instrumentation- accelerometers for health & usage monitoring systems (HUMS)**. Disponível em: <[http://www.pcb.com/Linked\\_Documents/Vibration/HUMS\\_0408\\_LoRes.pdf](http://www.pcb.com/Linked_Documents/Vibration/HUMS_0408_LoRes.pdf)>. Acesso em: 10 maio 2010.

PIPE, K. Measuring the performance of a HUM system – the features that count. In: DSTO third international conference on health and usage monitoring, 2003, Melbourne. **Proceedings...**Victoria: DSTO, 2002. p.5-15.

SCHAEFER, C.; HAAS D.. A simulation model to investigate the impact of health and usage monitoring systems (HUMS) on helicopter operation and maintenance. In: American Helicopter Society 58th Annual Forum, 2002, Montreal. **Proceedings...** Montreal: AHS, 2002.

VIANA, Cassiano. Operações offshore demandam uma complexa logística aérea em alto mar. **Revista TN Petróleo**, n.67, p.84-90, jul./ago. 2009.

## **A QUALITATIVE ANALYSIS OF THE HEALTH AND USAGE MONITORING SYSTEMS (HUMS) PHILOSOPHY IN PREDICTIVE MAINTENANCE FOCUSED ON THE LEVEL OF VIBRATION ON ACCOUNT OF HELICOPTER OPERATING CONDITIONS.**

**ABSTRACT:** The HUMS (Health and Usage Monitoring Systems) originated in the offshore activity, and is one of the types of health monitoring systems (HMS) which also consider helicopters utilization parameters. Aligned with the philosophy of predictive maintenance, their actions aim to ensure the continued airworthiness and reduce operating costs through an early diagnosis and prognosis of failures, mainly by means of vibration sensors, whose data are processed by algorithms dedicated to functions increasingly expanded and integrated into other subsystems. This article presents, as a practical panel, a brief qualitative summary of these systems, segmented into: history and evolution of the market, architecture, benefits, disadvantages, limitations, challenges of certification, and application perspectives.

**KEYWORDS:** Helicopters. HUMS. Vibration.

## A MANUTENIBILIDADE NO PROJETO DE AERONAVES: APORTES À SEGURANÇA DE AVIAÇÃO

Andrés Serrano <sup>1</sup>

Artigo submetido em 01/06/2010.

Aceito para publicação em 02/07/2010.

**RESUMO:** A aceleração do progresso tecnológico normalmente começa com uma maior ênfase na investigação, projeto e desenvolvimento para gerar produtos mais competitivos. É assim que o presente trabalho identifica a importância de conceituar ao projetista, na predição da manutenibilidade de um produto aeronáutico, indicando pontos vulneráveis no projeto que afetem às facilidades de manutenção. A área de manutenção vem ocupando cada vez mais uma posição estratégica em que a manutenibilidade permite, a partir de métricas, estabelecer padrões a serem considerados nas fases do projeto. O trabalho também aborda a manutenibilidade dos materiais compósitos. O intuito deste trabalho é fazer uma revisão conceitual da manutenibilidade e contribuir com a segurança aérea e aeronavegabilidade continuada das aeronaves.

**PALAVRAS CHAVE:** Aeronavegabilidade continuada. Manutenção. Manutenibilidade.

### 1 INTRODUÇÃO

A realização de qualquer trabalho de manutenção está associada a um risco, tanto em termos da realização incorreta de uma tarefa de manutenção específica, como em termos de impacto que a realização de uma tarefa possa produzir em outro componente do sistema ou ainda induzir uma falha no produto durante a manutenção.

Por essa razão foi criada a Engenharia de Manutenibilidade, para estudar a complexidade de fatores e recursos relacionados com as atividades de manutenção a serem realizadas pelo usuário para manter a funcionalidade de um produto e desenvolver métodos de quantificação, avaliação, previsão e melhora do mesmo.

Atualmente a segurança, funcionalidade e manutenibilidade são altas

---

<sup>1</sup>Mestrando em Segurança de Voo e Aeronavegabilidade Continuada pelo ITA. Especialista em Administração Aeronáutica, Engenheiro Aeronáutico, experiência na manutenção de aeronaves e engenharia de estruturas aeronáuticas, experiência na coordenação da Especialização em Segurança Aérea da Força Aérea Colombiana. easerrano7@gmail.com

prioridades para os projetistas durante a integração de componentes desenvolvidos em materiais compósitos e nos novos conceitos de projeto de aeronaves são cada vez mais aplicadas as vantagens desses materiais. Desse modo, estes têm encontrado crescente aplicação nas estruturas da aviação comercial devido ao alto desempenho, resistência, rigidez, melhor vida em fadiga, resistência à corrosão, e baixo peso entre outras características.

O presente trabalho está organizado em cinco itens. Seguindo a presente introdução é apresentado um breve histórico conceitual da engenharia de manutenibilidade e engenharia de manutenção. No terceiro item é abordado o fator humano na manutenibilidade, no quarto item é descrita a manutenibilidade dos materiais compósitos e finalmente as conclusões.

## **2 A ENGENHARIA DE MANUTENIBILIDADE E A ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO**

Knezevic (1993) define a manutenibilidade como a característica intrínseca de um produto, associado à sua capacidade de recuperar-se para o serviço ao realizar-se a manutenção necessária, conforme ao especificado pelo fabricante.

Na abordagem de Blanchard (1986) a manutenibilidade pode ser expressa em termos de frequência, tempo gasto e custos de manutenção. Estes termos podem ser apresentados como características diferentes, portanto, a manutenibilidade pode ser definida como uma combinação de fatores incluindo:

- A probabilidade que um produto seja mantido ou recuperado à configuração especificada pelo fabricante, ao longo de um determinado período de tempo gasto em manutenção e feita de acordo com procedimentos e recursos necessários;
- A probabilidade que haverá necessidade de manutenção  $x$  vezes em um determinado período, quando o produto opera em conformidade com os procedimentos prescritos pelo fabricante;

- A probabilidade que o custo da manutenção de um produto não exceda uma determinada quantia de dinheiro quando opera em conformidade com os procedimentos prescritos pelo fabricante.

Embora estas sejam três formas de quantificar teoricamente a manutenibilidade, a abordagem baseada no tempo gasto na manutenção é de longe o mais utilizado na prática, pela complexidade tecnológica do projeto e a importância de capacitação permanente dos profissionais de manutenção.

Dhillon (1999) destaca a preocupação com a facilidade da prática de manutenção na fase de elaboração do projeto, visando diminuir riscos potenciais que possam impactar na qualidade dos produtos e facilitando a tarefa do operador.

Anderson e Neri (1990) apontam a manutenção como: “... *procedimentos específicos, tarefas, instruções, pessoal qualificado, equipamento e recursos necessários para satisfazer a exigência de manutenção do sistema dentro de um ambiente real de utilização...*”.

No caso específico do setor aéreo, as práticas de manutenção atuam no desenvolvimento e implementação de soluções que garantam a aeronavegabilidade continuada do produto e de padrões de segurança de nível mundial.

De acordo com a ABNT NBR 5462 (1994), manutenibilidade é a capacidade de um item ser mantido ou recolocado em condições de executar as funções requeridas, sob condições de uso especificadas, quando a manutenção é executada sob condições determinadas e mediante procedimentos e meios prescritos.

### **3 MANUTENIBILIDADE VS. MANUTENÇÃO**

A manutenibilidade é uma característica do projeto. Esta característica é a medida da capacidade de um item ser restabelecido à condição especificada pelo fabricante, quando a manutenção é feita por pessoal com as habilidades específicas usando os procedimentos prescritos e recursos previstos em cada nível de reparação, Hoff (1988) estabelece que a manutenibilidade é uma consideração do projeto e a manutenção é uma consequência do projeto.

Os requerimentos de manutenibilidade de um produto durante as fases do projeto são apresentadas na Figura 1.

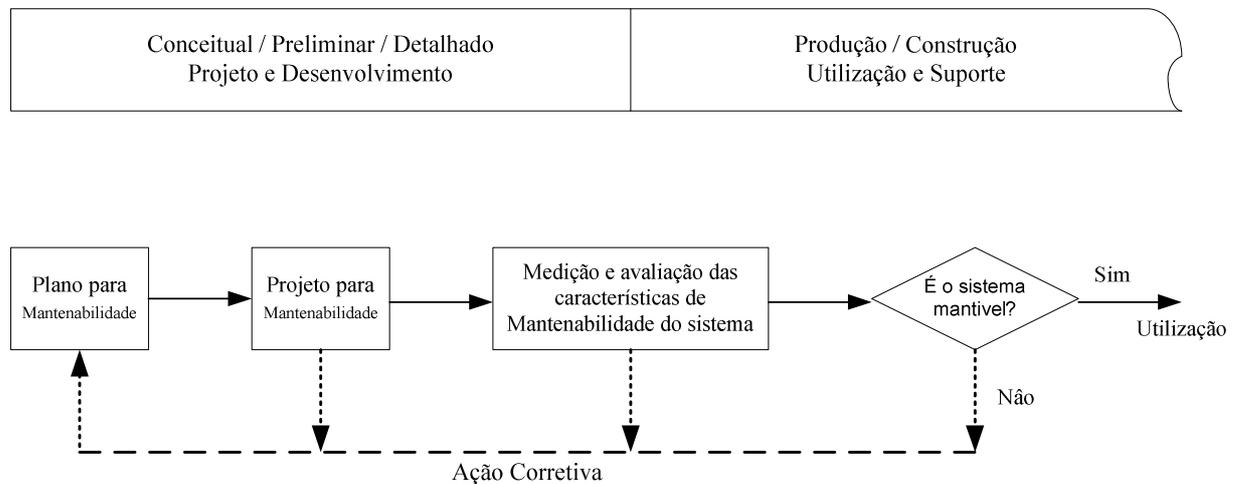


FIGURA 1 – Requerimentos de manutenibilidade (adaptado de BLANCHARD 1995).

Já a manutenção é essencialmente a resposta ao programa de manutenibilidade, ou seja, a série de ações necessárias para restabelecer ou manter o produto em condição de disponibilidade.

Nos primórdios da aviação segundo Kinnison (2004) a manutenção era realizada conforme a necessidade e muitas vezes as aeronaves precisavam de várias horas de manutenção para cada hora de voo. As principais atividades de manutenção consistiram em realizar o recondicionamento (*overhaul*) de quase toda a aeronave. Mesmo que os aviões e os seus sistemas eram bastante simples, a manutenção realizada desta forma tornou-se bastante caro. Com a crescente complexidade das aeronaves e seus sistemas, nos anos seguintes, esse gasto subiu notavelmente.

A abordagem moderna para a manutenção é mais sofisticada porque as aeronaves são projetadas para cumprir com níveis de segurança, aeronavegabilidade e manutenibilidade e um programa de manutenção detalhado é desenvolvido para cada novo modelo de aeronave. Este programa de manutenção pode ser adaptado por cada explorador para acomodá-lo à natureza de suas operações.

As ações de manutenção das aeronaves para Wu, et al. (2004) constituem um elemento essencial da aeronavegabilidade. São ações que permitem restaurar um item a uma condição operacional e consistem na inspeção, manutenção, reparação, modificação, *overhaul* e determinação da condição de operacionalidade do produto.

As ações de manutenção podem ser classificadas em três tipos:

**Manutenção preditiva** ou também conhecida por manutenção sob condição ou manutenção com base no estado do equipamento. É definida por Kardec (2003) como a atuação realizada com base em modificação de parâmetros de Condição e Desempenho, cujo objetivo obedece a prevenir falhas no produto por meio do acompanhamento de parâmetros diversos, permitindo a operação contínua do equipamento pelo maior tempo possível.

As condições básicas para se adotar a manutenção preditiva são as seguintes:

- O produto deve permitir algum tipo de monitoramento/medição.
- O produto deve merecer esse tipo de ação, em função dos custos envolvidos.
- As falhas devem ser oriundas de causas que possam ser monitoradas e ter sua progressão acompanhada.
- Seja estabelecido um programa de acompanhamento, análise e diagnóstico sistematizado.
- Os fatores indicados para análise da adoção de política de manutenção preditiva são os seguintes.
- Aspectos relacionados com a segurança pessoal e operacional.
- Redução de custos pelo acompanhamento constante das condições dos equipamentos, evitando intervenções desnecessárias.
- Manter os equipamentos operando de modo seguro por mais tempo.

- A redução de acidentes por falhas catastróficas em equipamentos é significativa. Também a ocorrência de falhas não esperadas fica extremamente reduzida, o que proporciona, além do aumento de segurança pessoal e do produto.

**Manutenção Preventiva.** Uma ação necessária para manter equipamentos, em uma condição operável por meio de serviços periódicos de manutenção e / ou substituição de componentes em intervalos especificados. A manutenção preventiva pode e deve ser convenientemente programada para evitar interferências com a operação.

O Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica (RBHA) 043 limita os seguintes trabalhos de manutenção preventiva, desde que não envolva operações complexas de montagem:

- Remoção, instalação e reparos de pneus.
- Substituição de amortecedores de trem de pouso constituídos por cordas elásticas.
- Colocação de ar e/ou óleo em amortecedores do trem de pouso.
- Limpeza e colocação de graxa nos rolamentos das rodas.
- Substituição de freios e contrachavetas defeituosas.
- Lubrificação que requeira apenas a desmontagem de itens não estruturais como tampas, capotas e carenagens.
- Entre outros trabalhos.

**Manutenção corretiva ou não programada.** É uma ação reativa, necessária quando o equipamento falha ou tem mal funcionamento não necessariamente afetando de forma crítica a segurança de voo, mas conseqüentemente diminui a disponibilidade e aumenta os custos operacionais.

A Figura 2 ilustra o ciclo da manutenção corretiva típico, o qual inclui um passo a passo geral: (1) detecção da falha, (2) isolamento da falha, (3) desmontagem para ganhar acesso, (4) reparação (ou remoção e reposição), (5) montagem e (6) verificação.

O processo de manutenção de aeronaves consiste no fluxo de tarefas destinadas a manter a segurança e aeronavegabilidade continuada das aeronaves em serviço, mas a execução de qualquer tarefa de manutenção implica a possibilidade de erro.

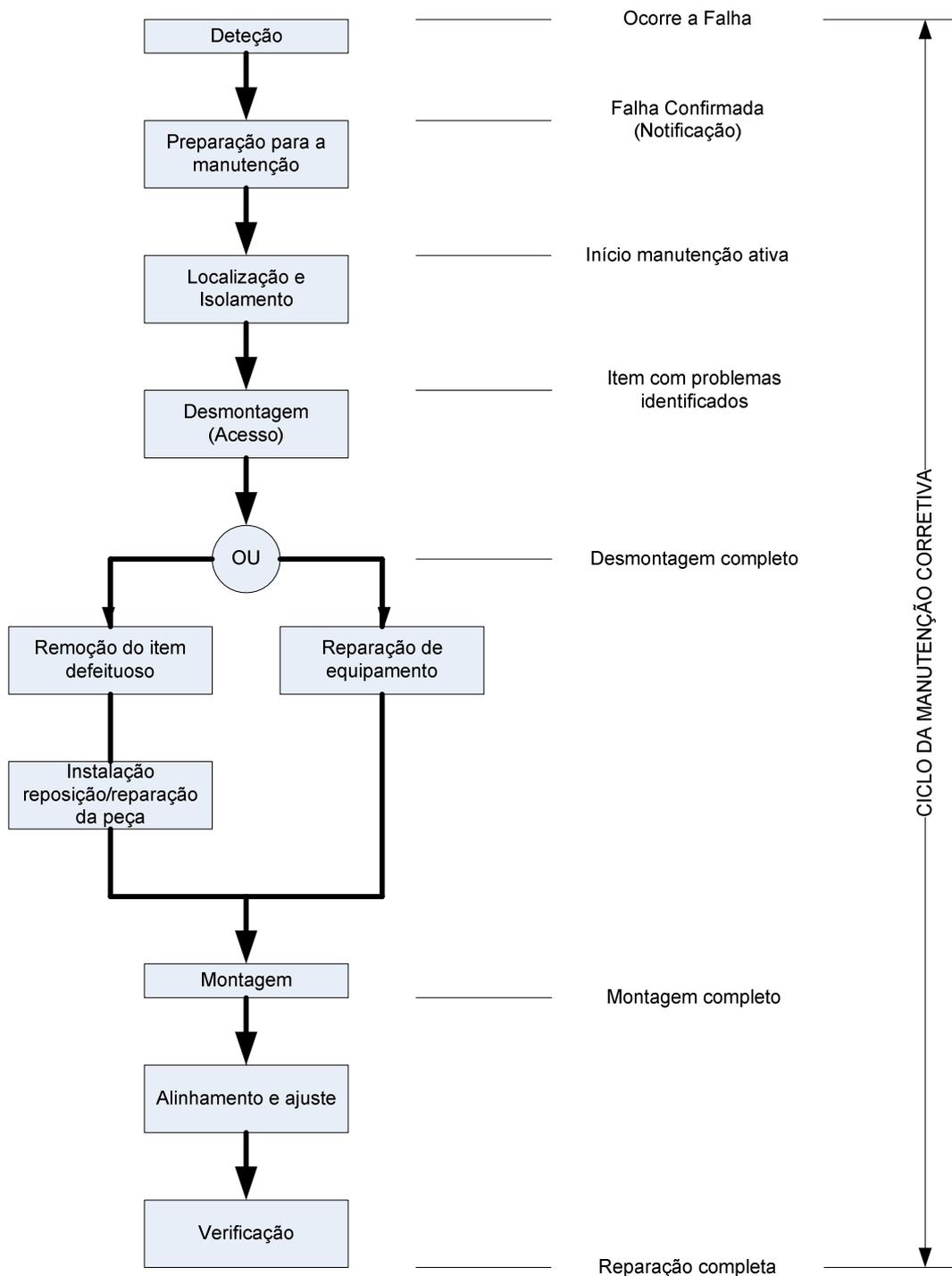


Figura 2 – Ciclo da manutenção corretiva (adaptado de BLANCHARD, 1995).

As tarefas específicas de manutenção são função da confiabilidade, disponibilidade, manutenibilidade, e durabilidade (RAM-D pelas siglas em inglês) do equipamento e do ambiente operacional.

Entre mais fácil seja manter um produto, menor será a demanda sobre a habilidade e o número de pessoal de manutenção e em geral vai garantir uma redução do tempo de indisponibilidade (*downtime*) do produto. Assim, o tempo necessário para as ações de manutenção é uma função das características de manutenibilidade do equipamento, que podem afetar ou não a velocidade e a facilidade com que a manutenção pode ser realizada.

#### **4 O FATOR HUMANO NA MANUTENIBILIDADE**

Além de características físicas do projeto, o pessoal e as considerações do fator humano são de primordial importância. Estas considerações incluem a experiência do técnico, formação exigida, nível de qualificações, supervisão necessária, supervisão disponíveis, as técnicas utilizadas, a coordenação física e da força e do número de técnicos, e requisitos da equipe de trabalho.

A Figura 3 apresenta a interface entre a engenharia de manutenibilidade e a engenharia humana com três áreas principais de atividade, o projeto para manutenibilidade, a formação do pessoal de manutenção capaz de assumir a responsabilidade pela manutenção do produto, e o fornecimento de ferramentas e/ou equipamentos necessárias para permitir ao pessoal de manutenção cumprir suas responsabilidades. A formação e experiência do pessoal de manutenção é um fator importante para o desempenho das atividades de manutenção.

Os projetistas na medida do possível devem minimizar a probabilidade do erro humano ou minimizar as consequências quando este ocorrer. Como soluções para este problema pode se reduzir o número de tarefas de manutenção, projetar o produto para ser facilmente mantido segundo o ambiente de trabalho e/ou projetar características no produto de maneira a tornar impossível a execução de tarefas de forma incorreta, como por exemplo na montagem de peças.

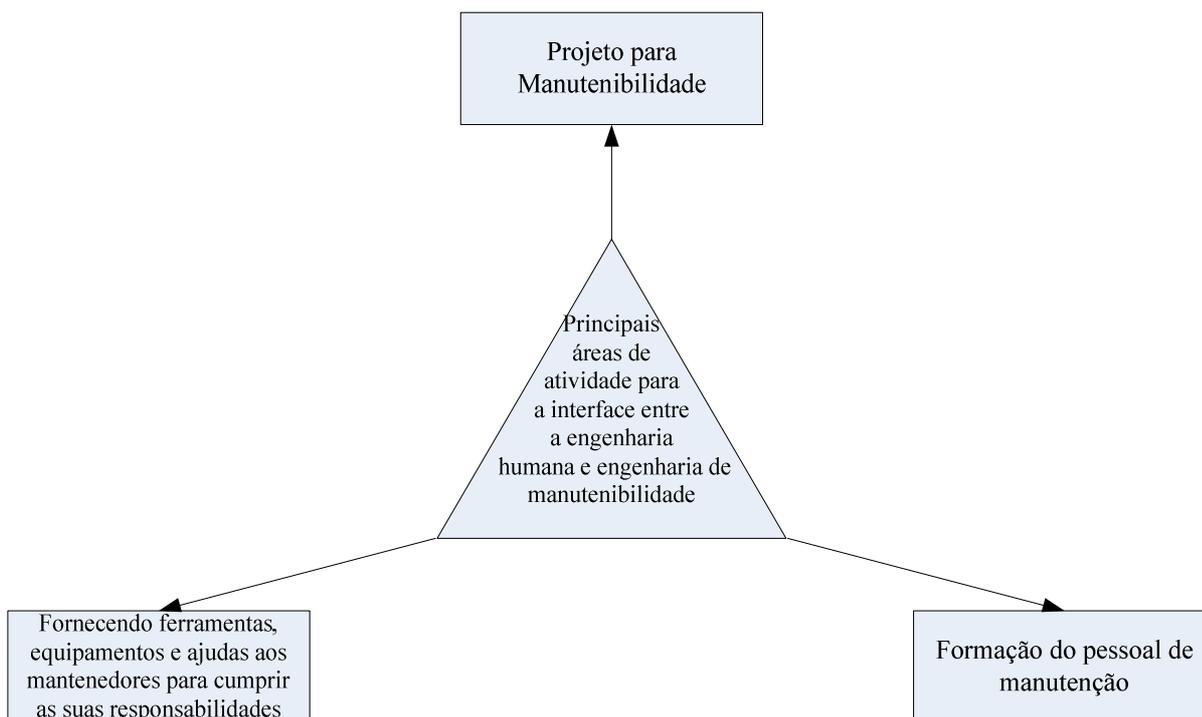


Figura 3 – Interface entre a engenharia humana e a engenharia de manutenibilidade (adaptado de DHILLON, 1986).

A Figura 4. apresenta um exemplo de um desenho pobre de acessibilidade onde para poder desmontar o motor da aeronave Gloster Javelin para manutenção ou substituição, era preciso desconectar o *jet pipe*. Para retirar esse tubo o pessoal de manutenção tinha que acessar por meio de uma escotilha e ser suspenso de cabeça para baixo e segurado pelos tornozelos por outro técnico para alcançar as braçadeiras e tubos que tiveram de ser desligados. O trabalho só poderia ser alcançado por meio do toque das peças e estas estavam fora do seu campo de visão.

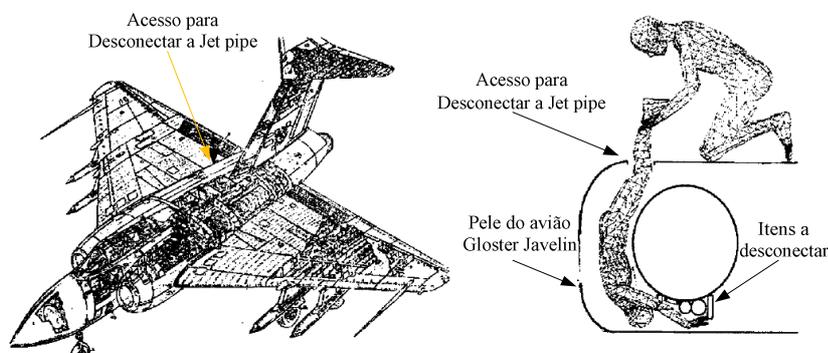


Figura 4 – Tarefas de manutenção no motor da aeronave Gloster Javelin. (adaptado de BLISCHKE; PRABHAKAR, 2003).

## 5 A MANUTENIBILIDADE DOS MATERIAS COMPÓSITOS

No começo as aplicações dos compósitos foram limitadas a estruturas secundárias, que não eram críticas para a segurança de voo, depois foram utilizados na fabricação de pás e rotores dos helicópteros e mais recentemente, têm sido usados no sistema de acionamento do rotor de alguns helicópteros. Como argumenta Ilcewicz (2005) a utilização de materiais compósitos em estruturas aeronáuticas comerciais e militares tem vindo a aumentar desde a década de 1970.

Para garantir a segurança aérea, a certificação de estruturas aeronáuticas fabricadas em compósitos tem sido documentada na AC 20-107A (*Composite Aircraft Structure*), que foi atualizada em 25 de Abril de 1984 (FAA, 1984). Atualmente, a expansão das aplicações no medio aeronáutico está dirigindo uma necessidade de mais orientação e política definitiva para apoio à certificação e manutenção.

Por outra parte os engenheiros e os inspetores envolvidos na certificação e avaliações de aeronavegabilidade continuada devem estar familiarizados com os princípios de tolerância ao dano dos materiais compósitos e as praticas relacionadas com a manutenção, incluindo inspeção e reparação. Desde a década de 1990, organizações como o CACRC e CMH-17 (anteriormente conhecida como MIL-HDBK-17) foram documentando material educativo, orientações de engenharia e normas. Já o CACRC (*Commercial Aircraft Composite Repair Committee*) é uma organização criada para desenvolver as normas internacionais, melhorar as praticas e reduzir os custos de manutenção, inspeção e reparação das estruturas compósitas.

Danos sub-superficiais tais como delaminação, porém, podem ficar sem ser detectados por longos períodos de tempo resultando em uma súbita falha catastrófica. É importante que os operadores de aeronaves estejam cientes dos corretos procedimentos de detecção e reparação das estruturas compósitas.

## **5.1 Falhas características dos materiais compósitos**

### **Delaminação**

Segundo Brimhall (2007) cada vez mais os materiais compósitos de matriz polimérica são utilizados em aplicações estruturais. Esses materiais são susceptíveis a delaminações nas camadas que os constituem o que podem debilitar consideravelmente as estruturas e torná-las particularmente perigosas. Isto ocorre quando cargas de cisalhamento são aplicadas entre lonas no laminado. Uma vez que as fibras são significativamente mais fortes a tensão do que a matriz, a matriz cria trinca e a delaminação ocorre.

### **Outros mecanismos de falha**

Defeitos na manufatura são uma das principais causas de falha prematura em estruturas compósitas. Isto é devido à dificuldade dos processos de manufatura das estruturas compósitas em comparação com estruturas metálicas, bem como o fato de a maioria das estruturas compósitas continuarem sendo manufaturadas com processos manuais e a produção automatizada utilizando autoclaves ainda é relativamente um novo processo e como resultado problemas de qualidade podem ocorrer.

## **6 CONCLUSÕES**

Os requisitos de Manutenibilidade para os produtos devem ser incorporados no início do projeto para este ser rentável; incluindo a manutenibilidade no projeto irão se reduzir consideravelmente o número de problemas operacionais relacionados com a manutenção, é as ações necessárias para manter ou restabelecer o produto a uma condição operacional na sequência de uma falha, melhorando a sua disponibilidade, e minimizando os custos do ciclo de vida.

A manutenibilidade deve estar intrinsecamente ligada aos fatores humanos para que o projetista tenha um entendimento das capacidades e limitações humanas

(visão, audição, percepção, memória, fadiga, etc), e as traduzca em projetos que otimizem o processo de manutenção, aumentem o desempenho e evitem danos ao equipamento, lesões pessoais ou o erro humano.

Segundo Clive (2007) o erro na manutenção é uma parte normal das operações de manutenção que podem ser abordados durante o processo de projeto para assegurar que o erro não vai levar ao comprometimento da segurança e da eficiência do produto.

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica RBHA 043. **Manutenção, Manutenção Preventiva, Recondicionamento, Modificações e Reparos** Disponível em: <http://www.anac.gov.br/biblioteca/rbha/rbha043.pdf> Acesso em: 01 Dezembro, 2010.
- ANDERSON, R.T.; NERI, L. **Reliability centered maintenance**. London : Elsevier Applied Science, 1990.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR-5462** : Confiabilidade e manutenibilidade. Rio de Janeiro, 1994.
- BLANCHARD, B.S. VERMA, D.; PETERSON, E.L. **Maintainability: a key to effective serviceability and maintenance management**. New York : John Wiley & Sons, 1995.
- BLANCHARD, B.S. **Logistics engineering and management**. 3<sup>rd</sup> ed. New Jersey : Prentice Hall, 1986.
- BLISCHKE, W.R.; PRABHAKAR D.N. **Case studies in reliability and maintenance**. New Jersey : John Wiley & Sons, 2003.
- BRIMHALL, T. Composite automotive crush structures. **Composites Technology**. April, 2007. Disponível em: <http://www.compositesworld.com/articles/composite-automotive-crush-structures.aspx>. Acesso em: 11 março 2009.
- CLIVE, N. Maintainability design principles for aircraft maintenance error avoidance. **Communications in Dependability and Quality Management an International Journal**, v.10, n.4, p. 31-40, Dec. 2007.
- DHILLON, B.S. **Engineering maintainability**. Houston : Gulf Publishing Company, 1999.
- DHILLON, B.S. **Human reliability: with human factors**. Great Britain : Pergamon Press, 1986.
- ESTADOS UNIDOS. Federal Aviation Administration (FAA). **Composite Aircraft Structure**. Washington, DC, 1984.

HOFF, E.J. **Maintainability – A design parameter**. Technical Papers (A88-38701 15-05). Washington, DC, American Institute of Aeronautics and Astronautics (AIAA), p. 463-468, 1988.

ILCEWICZ, L.B. **Safety & certification initiatives for composite airframe structure**. In: STRUCTURAL DYNAMICS AND MATERIALS (SDM) CONFERENCE, 2005, Austin, Texas. 46th AIAA/ASME/ASCE/AHS/ASC, 2005.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção: Função Estratégica**. 3ª edição. Rio de Janeiro : Qualitymark, 2003.

KINNISON, H. **Aviation maintenance management**. New York : McGraw Hill, 2004.

KNEZEVIC, J. **Reliability, maintainability and supportability engineering - A probabilistic approach**. London : McGraw Hill, 1993.

STAPELBERG, R.F. **Handbook of reliability, availability, maintainability and safety in engineering design**. Springer : London, 2009.

WU, H. et al. Methods to reduce direct maintenance cost for commercial aircraft. **Aircraft Engineering and Aerospace Technology**. v.76, n.1, p. 15-18, 2004.

## **THE MAINTAINABILITY OF THE AIRCRAFT PROJECT: CONTRIBUTIONS TO AVIATION SAFETY**

**ABSTRACT:** Acceleration of technological progress usually begins with greater emphasis on the research, design and development of more competitive products. That is how this paper identifies the importance of bringing concepts to the aircraft designer, in the prediction of the maintainability of an aeronautical product, indicating design vulnerabilities that may affect maintenance activities. The maintenance area has a strategic importance in that the maintainability allows, by means of metrics, the setting of standards that will be considered in the various stages of the project. This work also addresses the maintainability of composite materials. Its purpose is to do a conceptual review of maintainability, thus contributing to aviation safety and aircraft continued airworthiness.

**KEYWORDS:** Continued airworthiness. Maintenance. Maintainability.

## UM NOVO MODELO PARA SUBMISSÃO DE OCORRÊNCIAS AERONÁUTICAS

Rogério Possi Júnior <sup>1</sup>

Renato Crucello Passos – D.Sc. <sup>2</sup>

Oswaldo Oliveira Filho <sup>3</sup>

Artigo submetido em 13/09/2010.

Aceito para publicação em 08/12/2010.

**RESUMO:** entende-se aeronavegabilidade continuada como sendo a manutenibilidade dos níveis de segurança obtidos durante o processo de certificação de um produto aeronáutico. neste trabalho, são apresentados os requisitos relativos à comunicação de ocorrências contidas nos regulamentos de aeronavegabilidade, assim como nos regulamentos operacionais; uma vez que tais dados constituem o modelo atual. buscando sintonia e adesão aos novos conceitos de gerenciamento de segurança operacional proposto pela organização de aviação civil internacional (oaci), propõe-se um novo modelo para comunicação de ocorrências aeronáuticas, que visa à melhoria da integridade do produto, das operações e da manutenção. por fim, através do modelo proposto, busca-se integrar os diversos elos que compõem a aviação civil brasileira, uma vez que através deste; podem ser obtidos parâmetros indicativos de apoio a vigilância.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aeronavegabilidade Continuada. Comunicação de Ocorrências. Segurança de Voo.

### 1 INTRODUÇÃO

Aeronavegabilidade Continuada consiste no conjunto sistemático de ações que visa garantir o nível de segurança obtido na certificação dos produtos

---

<sup>1</sup> Engenheiro Mecânico Aeronáutico pela Universidade de São Paulo – USP, desde 1997; trabalhou na antiga divisão Civil de Homologação Aeronáutica - FDH do CTA (absorvida pela ANAC em 2005), e desde então, trabalha no Grupo de Aeronavegabilidade Continuada - PAC da GGCP/SAR/ANAC. rogerio.possi@anac.gov.br

<sup>2</sup> Engenheiro Mecatrônico pela Universidade São Francisco (USF), 2000; Mestre em Ciências pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA, 2002; Especialista em Certificação Aeronáutica pelo Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI-CTA), 2003; Especialista em Segurança de Voo pelo ITA, 2005; Doutor em Ciências pela Universidade Estadual de São Paulo, UNESP, 2009; trabalhou na antiga divisão Civil de Homologação Aeronáutica - FDH do Centro Técnico Aeroespacial - CTA (absorvida pela ANAC em 2005) e deste então, trabalha no Grupo de Aeronavegabilidade Continuada - PAC da Gerência Geral de Certificação de Produtos Aeronáuticos - GGCP da Superintendência de Aeronavegabilidade - SAR da ANAC. renato.crucello@anac.gov.br

<sup>3</sup> Engenheiro Mecânico pela UNESP desde 1989, trabalhou na antiga divisão Civil de Homologação Aeronáutica - FDH do CTA (absorvida pela ANAC em 2005), e deste então, trabalhando no Grupo de Aeronavegabilidade Continuada - PAC da GGCP/SAR/ANAC como líder-técnico. oswaldo.oliveira@anac.gov.br

aeronáuticos e sua manutenção durante sua vida em serviço. Dentre o universo de atividades gerenciais do escopo da Gerência-Geral de Certificação de Produto Aeronáutico (GGCP), da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), cita-se a atividades do Grupo de Dificuldades em Serviço.

Conforme RBAC 21, Certificação de Produto Aeronáutico, define-se produto aeronáutico como uma aeronave, um motor de aeronave ou uma hélice, ou ainda componentes e partes de aeronaves, motores e hélices; assim como peças, materiais e aparelhos aprovados sob uma ordem técnica padrão (ANAC, 2010b).

Ainda de acordo com RBAC 21, produto classe I é definido como uma aeronave-motor ou uma hélice completa, enquanto que um produto classe II enquadra-se como um componente principal de um produto classe I, como uma asa, por exemplo. Produtos classe III são aqueles não classificáveis como classe I ou II incluindo peças padronizadas (ANAC, 2010b).

De acordo com o MPR-600, Dificuldades em Serviço, falhas, mau funcionamento ou defeito em qualquer produto aeronáutico classe I, II ou III são denominados de Dificuldades em Serviço. Sendo assim, o Sistema de Dificuldades em Serviço é aquele responsável por assegurar que as informações relativas a falhas, mau funcionamento ou defeito em qualquer produto aeronáutico sejam apropriadamente coletadas, analisadas e processadas; incluindo-se os casos de acidentes e incidentes aeronáuticos (ANAC, 2010a).

## 2 OBJETIVOS

Não obstante, cabe à ANAC o estabelecimento de padrões que a indústria aeronáutica deverá observar, assim como a verificação de sua *manutenabilidade* através da contínua vigilância. O Sistema de Dificuldades em Serviço, de acordo com o MPR-600, constitui-se numa ferramenta essencial para a função de vigilância através da investigação, análise e coleta de relatórios de ocorrências visando à melhoria contínua dos níveis de segurança de voo por meio da melhora das

características de integridade do produto aeronáutico, uma vez que a partir deste pode-se:

Analisar quanto às implicações de segurança de voo cada ocorrência relatada, incluindo ocorrências similares, de tal forma que qualquer ação necessária possa ser tomada, possibilitando determinar as causas necessárias para evitar ocorrências recorrentes.

a) Assegurar o conhecimento e a divulgação das ocorrências de tal forma que as pessoas e organizações envolvidas possam aprender com estas ocorrências (ANAC, 2010a).

De acordo com Loyd e Tye (1982), para que possamos aprender com as ocorrências comunicadas devem-se estabelecer ações para determinar as causas prováveis de cada evento assim como garantir que todas, ou pelo menos a grande maioria destas ocorrências sejam convenientemente comunicadas.

Ainda segundo Loyd e Tye (1982), as análises das consequências de prováveis eventos recorrentes devem considerar o universo de condições que pode estar associado a um determinado evento que fora anteriormente comunicado.

Tais ocorrências são comunicadas segundo requisitos contidos nos Regulamentos Brasileiros de Aviação Civil (RBAC) e Regulamentos Brasileiros de Homologação Aeronáutica (RBHA) vigentes, dependendo do tipo de atividade de cada empresa, conforme os certificados a seguir.

- a) Detentores de um Certificado de Tipo (CT)
- b) Detentores de um Certificado Suplementar de Tipo (CST).
- c) Detentores de um Atestado de Produto Aeronáutico Aprovado (APAA).
- d) Detentores de um Licenciamento de Certificado de Tipo (CT).
- e) Detentores de um Certificado de Homologação de Empresa Aérea (CHETA) segundo os requisitos contidos no RBAC 121, Requisitos operacionais: operações domésticas, de bandeira e suplementares (ANAC, 2010c), ou no RBHA 135, Requisitos Operacionais: operações complementares e por demanda (ANAC, 2008b).

f) Proprietários de aeronaves segundo os requisitos contidos no RBHA 91, Regras Gerais de Operação para Aeronaves Civis (ANAC, 2008a).

g) Detentores de um Certificado de Organização de Manutenção segundo requisitos contidos no RBHA 145, Empresas de Manutenção de Aeronaves (BRASIL, 2005a).

Assim, de acordo com a certificação de cada empresa, os eventos que ocorrerem durante a condução de suas operações obedecerá aos requisitos impostos nos respectivos regulamentos.

Desta forma, eventos relacionados à produção de produtos, partes e componentes; desvios no sistema de produção que possam causar condições inseguras em tais produtos deverão ser comunicados a ANAC. De maneira similar, ocorrências relacionadas à manutenção e operação de aeronaves ou seus componentes que possam resultar em condições inseguras também deverão ser comunicadas.

### **3 RESPONSABILIDADES**

Após ter recebido os relatórios requeridos, inclusive como resultado das auditorias e vistorias realizadas pelos Inspetores de Aviação Civil (INSPACs), a ANAC deverá executar as ações a seguir, uma vez que faz parte de suas atribuições (Figura 1) (ANAC, 2010a).

a) Analisar cada relatório apropriadamente.

b) Decidir qual relatório exigirá ação adicional através de uma investigação mais detalhada.

c) Verificar a implementação das ações preventivas e corretivas decorrentes do surgimento de dificuldades em serviço comunicadas por operadores, fabricantes, Organizações de Manutenção Aprovadas (OMA).

d) Contactar outras autoridades de aviação civil (*European Aviation Safety Agency – EASA, Federal Aviation Administration – FAA, Transport Canada*

*Civil Aviation* – TCCA, etc), assim como fabricantes estrangeiros; para que sejam tomadas ações preventivas e corretivas, quando aplicável.

e) Avaliar e analisar as informações recebidas dos relatórios de dificuldades em serviço visando a identificação de problemas de segurança de voo não evidentes nos relatórios.

f) Tornar a informação decorrente destes relatórios disponível a todo o público interessado, em particular, a fabricantes, operadores e proprietários, OMA, outras autoridades, etc.

g) Disponibilizar ao público resultados de estudos estatísticos para fins de promoção da segurança de voo do produto e das operações.

h) Quando apropriado, emitir avisos ou instruções dirigidas a determinados segmentos da indústria aeronáutica, tal como por diretrizes de aeronavegabilidade (DA), boletins de informação de aeronavegabilidade continuada (BIAC); ou ainda modificar manuais de voo, manuais de operação, manuais de manutenção, modificar intervalos de manutenção previamente estabelecidos, etc.



Figura 1: Responsabilidades.

Conforme preconizado no Doc.9859: Safety Management Manual (ICAO, 2006), também são elegíveis de comunicação, os eventos relacionados aos serviços

de tráfego aéreo e concessionários de aeródromos, desta forma também constituem base do modelo proposto de comunicação de ocorrências aeronáuticas.

Não obstante, também recaem sobre as organizações detentoras dos certificados identificadas anteriormente responsabilidades sobre a gestão dos relatórios de dificuldades em serviço. Os detentores deverão estabelecer em seus sistemas de gestão de qualidade a forma de manipular tais ocorrências aeronáuticas dentro de suas organizações, incluindo análises e os responsáveis pelo envio destes dados a ANAC.

#### **4 REQUISITOS REGULAMENTARES**

No RBAC 21 (ANAC, 2010b), são estabelecidos requisitos a ser cumpridos por detentores de um Certificado de Tipo (incluindo um Certificado Suplementar de Tipo), de um Atestado de Produto Aeronáutico Aprovado, de um certificado de homologação de empresa ou, ainda, de um licenciamento de Certificado de Tipo com relação a qualquer falha, mau funcionamento ou defeito em qualquer produto, parte, processo ou dispositivo fabricado por tais detentores e que tenha sido considerado como causador de qualquer uma das ocorrências listadas no mesmo documento.

Adicionalmente, o RBAC 21 (ANAC, 2010b), estabelece os requisitos que devem ser cumpridos relativos comunicação de falhas, mau funcionamento ou defeitos em produtos, parte ou dispositivo fabricado por um detentor de um Certificado de Tipo (incluindo um Certificado Suplementar de Tipo), de um Atestado de Produto Aeronáutico Aprovado, de um Certificado de Homologação de Empresa (CHE) segundo RBAC 21 (ANAC, 2010b), ou, ainda, de um licenciamento de Certificado de Tipo.

Também estão estabelecidos no RBAC 21(ANAC, 2010b), os requisitos a ser observados por detentores de um Certificado de Tipo para uma combinação de avião e motor aprovada para operar ETOPS (*Extended Twin Operations*) de acordo

com o Apêndice K do RBAC 25, Requisitos de Aeronavegabilidade: Aviões Categoria Transporte (ANAC, 2009).

Não obstante, o RBHA 135, Requisitos Operacionais: operações complementares e por demanda (ANAC, 2008b) e o RBAC 121, \_Requisitos operacionais: operações domésticas, de bandeira e suplementares (ANAC, 2010c) também estabelecem requisitos que devem ser observados e comunicados por detentores de um CHETA segundo os requisitos contidos nestes respectivos regulamentos, , respectivamente; com relação às dificuldades em serviço encontradas em produtos operados por tais detentores.

Nota-se que embora o RBHA 145, Empresas de Manutenção de Aeronaves já contenha o requisito de comunicação de defeitos graves repetidos a autoridade competente, a novos requisitos para estas organizações deverão fornecer um texto mais claro sobre quais tipos de ocorrências são de interessa da autoridade de aviação civil (BRASIL, 2005a).

Sendo assim, os detentores de um CHE segundo os requisitos definidos no RBHA 145, durante a condução de atividades de manutenção, manutenção preventiva, modificações e reparos, amparam-se no julgamento feito pelos profissionais pertencentes a estas organizações para que os eventos de interesse da ANAC sejam enviados (BRASIL, 2005a).

## **5 COMUNICAÇÃO DOS RELATÓRIOS ENTRE AS ORGANIZAÇÕES E A ANAC**

Para o estabelecimento do fluxo de informações entre as diversas organizações envolvidas no processo, propõe-se o modelo a seguir (Figura 2). Vale observar que o formato proposto a ser estabelecido para o envio dos relatórios entre as organizações está descrito a seguir.

- a) Organização responsável pelo projeto de tipo para a ANAC.
- b) Organização responsável pela Produção deve enviar os relatórios para a Organização responsável pelo projeto de Tipo e para a ANAC.

c) Organização de Manutenção Aprovada deve enviar os relatórios à Organização responsável pelo Projeto de Tipo, para o operador ou o proprietário da aeronave e para a ANAC.

d) Operador ou proprietário para a Organização responsável pelo Projeto de Tipo e para a ANAC.

e) Organização responsável pela Produção para Organização responsável pela Produção.

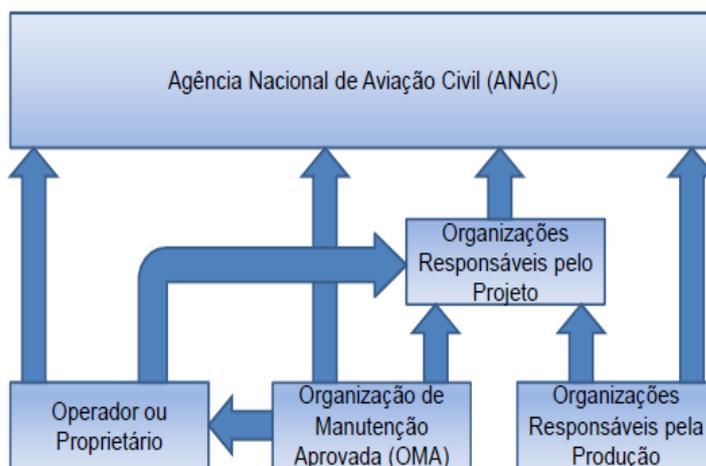


Figura 2: Ilustração do fluxo de dados entre as diferentes organizações.

A Organização responsável pelo Projeto de Tipo pode ser uma das seguintes organizações:

- a) Detentor de um Certificado de Tipo (CT) de uma Aeronave, Motor ou Hélice.
- b) Detentor de um Certificado Suplementar de Tipo (CST).
- c) Detentor de uma autorização de uma Ordem Técnica Padrão (OTP)
- d) Detentor de um Atestado de Produto Aeronáutico Aprovado (APAA).

Adicionalmente ao proposto, caso seja constatado que uma ocorrência em um produto aeronáutico (classe I) esteja relacionada com um determinado componente aprovado (classe I, II ou III) e equipando tal produto por um processo de certificação separado (seja ele CT, CST, OTP ou APAA); então os detentores de tais certificados ou autorização também devem ser informados.

Entretanto, caso a ocorrência aconteça em um componente “coberto” por um CT, CST, OTP ou APAA durante manutenção, por exemplo, então somente o detentor do CT, CST, OTP ou APAA deve ser informado.

## **6 INTERFACE ENTRE OS ÓRGÃOS**

De acordo com a NSCA 3-1, Conceituação de vocábulos, expressões e siglas de uso no SIPAER, define-se acidente aeronáutico como toda ocorrência relacionada com a operação de uma aeronave, havida entre o momento em que uma pessoa nela embarca com a intenção de realizar um vôo, até o momento em que todas as pessoas tenham dela desembarcado e, durante o qual, pelo menos uma das situações abaixo ocorra:

- a) Uma pessoa sofra lesão grave ou morra como resultado de:
  - i. estar na aeronave; ou
  - ii. contato direto com qualquer parte da aeronave, incluindo aquelas que dela tenham se desprendido; ou
  - iii. submetida à exposição direta do sopro de hélice, rotor ou escapamento de jato, ou às suas conseqüências.
- b) a aeronave sofra dano ou falha estrutural que:
  - i. afete adversamente a resistência estrutural, o seu desempenho ou as suas características de vôo; e
  - ii. normalmente exija a realização de grande reparo ou a substituição do componente afetado.
- c) a aeronave seja considerada desaparecida ou completamente inacessível (BRASIL, 2008).

Ainda segundo a NSCA 3-1, para os casos de lesões, exceções são feitas nos casos de lesões resultantes de causas naturais forem autoinfligidas ou infligidas por terceiros, ou forem causadas a pessoas que embarcaram clandestinamente e se acomodaram em área que não as destinadas aos passageiros e tripulantes (BRASIL, 2008).

De modo análogo, segundo a NSCA 3-1, para os casos de danos, exceções são feitas para os casos de falhas ou danos limitados ao motor, suas carenagens ou acessórios; ou para danos limitados a hélices, pontas de asa, antenas, pneus, freios, carenagens do trem, amassamentos leves e pequenas perfurações no revestimento da aeronave (BRASIL, 2008).

Similarmente, a NSCA 3-1 define incidente aeronáutico como “toda ocorrência associada à operação de uma aeronave, havendo intenção de vôo, que não chegue a se caracterizar como um acidente aeronáutico ou uma ocorrência de solo, mas que afete ou possa afetar a segurança da operação” (BRASIL, 2008).

Conforme a NSCA 3-1, ocorrência de solo é definida como:

todo incidente, envolvendo aeronave no solo, do qual resulte dano ou lesão, desde que não haja intenção de realizar vôo, ou, havendo esta intenção, o(s) fato(s) motivador(es) esteja(m) diretamente relacionado(s) aos serviços de rampa, aí incluídos os de apoio e infraestrutura aeroportuários, e não tenha(m) tido qualquer contribuição da movimentação da aeronave por meios próprios ou da operação de qualquer um de seus sistemas (BRASIL, 2008).

Por fim, a NSCA 3-1 também define ocorrência anormal como:

aquela que não chega a configurar um acidente aeronáutico, incidente aeronáutico ou ocorrência de solo e na qual a aeronave, seus sistemas, equipamentos ou componentes não funciona(m) ou não é(são) operada(s) de acordo com as condições previstas, exigindo a adoção de medidas corretivas (BRASIL, 2008).

De acordo com a Lei 11182 que cria a Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC, e dá outras providências, cabe a ANAC, entre outras funções, integrar o Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SIPAER) (Figura 3), aqui representado pelos seus elos do Estado (BRASIL, 2005b).

As ocorrências relativas a incidentes e acidentes aeronáuticos, após terem o seu devido tratamento pelo órgão investigador, o Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA); são formalmente comunicadas à ANAC através de sua Gerência Geral de Análise e Pesquisa (GGAP), que também informa os prováveis envolvidos (demais Superintendências da ANAC) sobre tais eventos, entre eles a Gerência Geral de Certificação de Produtos Aeronáuticos (GGCP) da Superintendência de Aeronavegabilidade (SAR).

Desta forma, para aqueles casos classificados pela NSCA 3-1 como ocorrências de solo e ocorrências anormais, propõe-se a comunicação única de tais eventos, para que seja evitada duplicidade ou mesmo o esquecimento do envio de tais eventos as autoridades competentes (BRASIL, 2008).



Figura 3: O SIPAER.

Igualmente, propõe-se a comunicação concomitante de ocorrências relativas ao controle de tráfego aéreo a ANAC, pois de acordo com a Lei 7565, Código Brasileiro de Aeronáutica, a autoridade responsável pelo seu gerenciamento é o Comando da Aeronáutica, por meio do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) (BRASIL, 1986).

Conforme o Doc. 9859 (ICAO, 2006), a responsabilidade pelo sistema de gerenciamento da segurança pertence, entre outros, ao Estado, visto ser o Brasil signatário da Convenção de Chicago de acordo com o decreto-lei 7952 que aprova a Convenção sobre Aviação Civil Internacional, concluída em Chicago, a 7 de dezembro de 1944, por ocasião da Conferência Internacional de Aviação Civil, e firmada pelo Brasil, em Washington, a 29 de maio de 1945 (BRASIL, 1945). Desta forma, os eventos que porventura ocorram dentro deste sistema também fazem parte do escopo dos novos conceitos de sistema de gerenciamento de segurança (*Safety Management System – SMS*), preconizados pela ICAO devendo ser tratados como práticas padrão e recomendadas (*Standard and Recommended Practices – SARPS*).



Figura 4: Responsabilidades das organizações.

Desta forma, através das interfaces do modelo proposto, vislumbra-se uma melhor integração entre os diversos elos dos sistemas afetos a aviação civil brasileira (Figura 4). Uma vez que esta integração seja fortalecida, poder-se-á ter um melhor sistema de monitoramento da aviação civil do país, pois com um sistema unificado que integre os diferentes elos, o estado terá melhores condições de atuar dentro da sua prerrogativa de conduzir a vigilância (Figura 5).

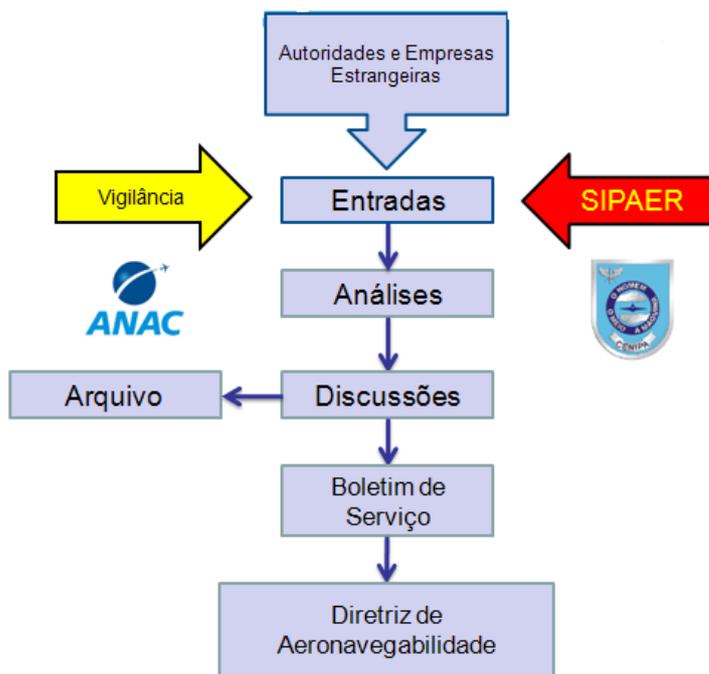


Figura 5: Processo atual de análises de ocorrências de dificuldades em serviço.

Conhecendo-se melhor os problemas do projeto, das operações e das atividades de manutenção; ter-se-á dados mais consistentes que poderão indicar tendências ou então detectar problemas que em primeira instância podem passar despercebidos (Figura 6).

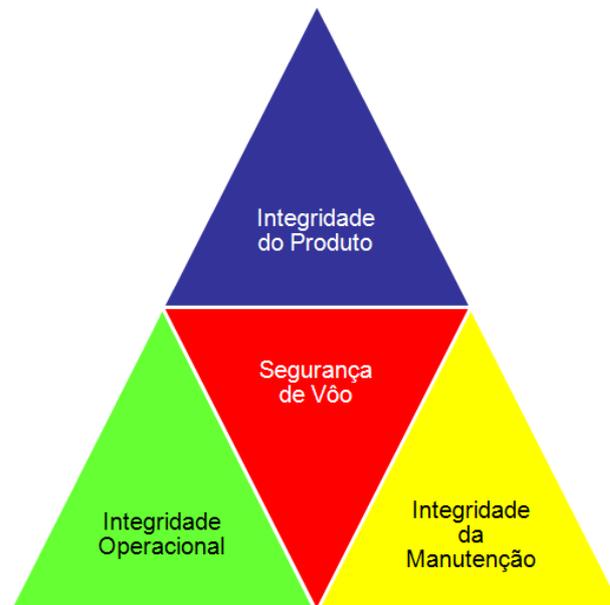


Figura 6: Tripé de Integridades.

## 7 PROPOSTA DE CLASSIFICAÇÃO DAS OCORRÊNCIAS

Embora atualmente haja alguns sistemas de coletas de dados em vigor como é o caso, entre outros, dos programas de Relatório de Prevenção (RELPREV), Reporte Confidencial para Segurança Operacional (PRSO), (*Team Resource Management – TRM*), Método SIPAER de Gerenciamento do Risco (MSGR), Controle do Perigo Aviário, (*Controlled Flight Into Terrain – CFIT*), (*Crew/Corporate Resource Management – CRM*); do CENIPA, assim como os bancos de dados de dificuldades em serviço da ANAC; sugere-se uma maior integração entre os programas para que os eventos em campo sejam mais bem analisados sobre todos os aspectos. Vale observar que tal integração pode, inclusive, ser usada em um melhor direcionamento dos processos de investigação de tais eventos, inclusive os casos limites, como os incidentes e acidentes aeronáuticos.

Até o presente momento o modelo de submissão de ocorrências aeronáuticas limita-se aos eventos de dificuldades em serviço definidos no RBAC 21, Certificação de Produto Aeronáutico (ANAC, 2010b), no RBAC 121, Requisitos operacionais: operações domésticas, de bandeira e suplementares (ANAC, 2010c), no RBHA 135, Requisitos Operacionais: operações complementares e por demanda, (ANAC, 2008b) e no RBHA 145, Empresas de Manutenção de Aeronaves (BRASIL, 2005a), adicionados pelos requisitos de comunicação de eventos de incidentes e acidentes aeronáuticos (Figura 7).

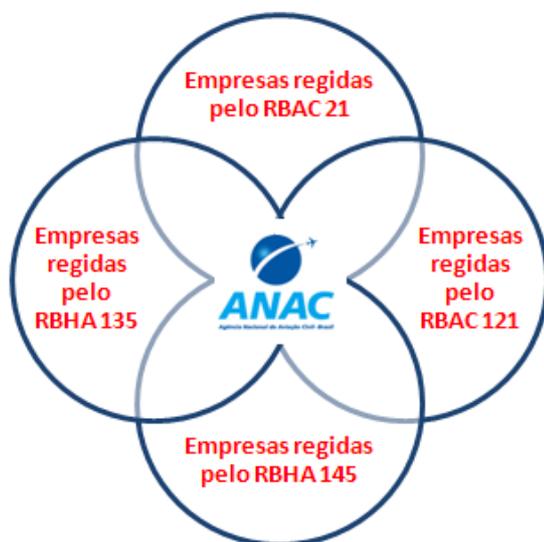


Figura 7: Organizações envolvidas.

Desta forma, similar ao preconizado pelo AMC-20, *General Acceptable Means of Compliance for Airworthiness of Products, Parts and Appliances*, da autoridade de aviação civil da comunidade europeia, propõe-se um novo modelo a ser adotado pelas autoridades competentes no Brasil ilustrado a seguir (Figura 8) (EASA 2003).

Para os eventos operacionais citam-se aqueles relativos a emergências, incapacidades da tripulação, lesões, problemas meteorológicos e eventos de *security*, entre outros.

A subdivisão de aeronave e fabricação deverá incluir os casos relativos ao projeto e construção, abordando as tecnologias de estruturas, sistemas diversos, propulsão; bem como os aspectos interdisciplinares entre tecnologias. Também

deverá ser hábil de incluir aspectos de fatores humanos correlacionados ao projeto e aos processos produtivos, entre outros.

Para os casos de manutenção e reparos deverão ser feitas considerações sobre montagem incorreta, vazamentos, problemas com componentes com vida controlada, danos em elementos estruturais principais (PSE), problemas e dificuldades com o cumprimento de Diretrizes de Aeronavegabilidade (DA), problemas com equipamentos ou sistemas de emergência, deficiências em procedimentos de manutenção ou dados de manutenção insuficientes, produtos, partes e equipamentos de origem suspeita (*Suspected Unapproved Parts - SUPS*), entre outros.

Vale observar que os eventos acima são integrantes do modelo proposto, uma vez que para as organizações de manutenção aprovadas, a legislação pertinente, o RBHA 145, Empresas de Manutenção de Aeronaves (BRASIL, 2005a), apresenta uma lacuna com relação a quais tipos de eventos estas organizações devem comunicar a ANAC.

Já os aspectos relacionados a facilidades e serviços de solo deverão incluir eventos de derramamento significativo de combustível e abastecimento incorreto, falhas ou deteriorações significativas das superfícies de operação do aeródromo, considerações sobre certas condições de embarque de passageiros, bagagens e cargas e sobre os serviços e apoio terrestre às aeronaves.

Por fim, os eventos relativos aos serviços de navegação aérea incluirão os casos de incidentes de quase colisão, riscos iminentes de colisão, problemas do gerenciamento de tráfego aéreo e de comunicação e navegação, aeronave em condição perigosa, assim como problemas com o controle de tráfego aéreo como excesso de trabalho ou falhas e apagamentos não planejados dos sistemas computacionais de suporte do controle de tráfego aéreo. Observa-se que os exemplos anteriormente citados estão longe de ser exaustivos, uma vez que configuram base do modelo proposto de ocorrências.



Figura 8: Sistematização de ocorrências.

A seguir (Figura 9) ilustram-se os relatórios das dificuldades em serviço recebidos de 2000 até a presente data, de empresas certificadas segundo os requisitos contidos no RBAC 21, Certificação de Produto Aeronáutico (ANAC, 2010b), no RBAC 121, Requisitos operacionais: operações domésticas, de bandeira e suplementares (ANAC, (2010c), no RBHA 135, Requisitos Operacionais: operações complementares e por demanda, (ANAC, 2008b) e no RBHA 145, Empresas de Manutenção de Aeronaves (BRASIL, 2005a).



Figura 9 – Relatórios submetidos.

## 8 CONCLUSÃO

Considerando-se o presente exposto, baseado na legislação vigente, propõe-se um novo modelo para submissão de ocorrências aeronáuticas. Tal

modelo deverá integrar o produto, suas operações, sua manutenção, modificações e reparos aos serviços e facilidades de solo e os serviços de navegação aérea.

A proposta busca adesão aos conceitos de sistemas de gerenciamento de segurança promovidos pela Organização de Aviação Civil Internacional, lembrando que já há casos similares em outros países, ainda que apresentem uma estrutura e hierarquia organizacionais distintas da brasileira.

Finalizando, a integração destes processos por meio de ferramentas adequadas, possibilita sua melhor gestão. Desta forma, a utilização de tais ferramentas otimizará a atividade de vigilância do estado permitindo a realização de auditorias de empresas e vistorias de aeronaves mais objetivas e eficientes.

## **AGRADECIMENTOS**

À Superintendência de Aeronavegabilidade (SAR), à Gerência-Geral de Certificação de Produto Aeronáutico (GGCP) e à Gerência Técnica de Treinamento e Capacitação, ambas pertencentes à Superintendência de Aeronavegabilidade, da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), por intermédio do Superintendente Dino Ishikura, do Gerente-Geral Ademir Antônio da Silva, do Gerente Hélio Tarquínio Junior e da Gerente Técnica Cleide de Andrade Gomes, pelo apoio institucional.

Aos colegas de trabalho do Grupo de Aeronavegabilidade Continuada – PAC da GGCP, Daniel Junkes Neto, Mario Lehmert Renaud e Gustavo Neves Colares.

## **REFERÊNCIAS**

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (Brasil). **Manual de Procedimentos MPR-600: Dificuldades em Serviço**, rev. 02, 02 de julho de 2010a.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (Brasil). **Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica (RBHA) n. 91**: Regras Gerais de Operação para Aeronaves Civis, emd. 91-12, 2008<sup>a</sup>.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (Brasil). **Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) n. 21**: Certificação de Produto Aeronáutico, emd. 00 2010b.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (Brasil). **Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) n. 25**: Requisitos de Aeronavegabilidade: aviões categoria transporte, emd. 128, 2009.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (Brasil). **Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) n. 121**: Requisitos operacionais: operações domésticas, de bandeira e suplementares., emd. 00, .2010c.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (Brasil). **Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica (RBHA) n. 135**: Requisitos operacionais: operações complementares e por demanda, emd. 135-12, 2008b.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **NSCA 3-1**: Conceituação de vocábulos, expressões e siglas de uso no SIPAER. Brasília, 2008.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Aviação Civil. **Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica (RBHA) n. 145**: Empresas de Manutenção de Aeronaves, emd. 145-04, 2005a.

BRASIL. Decreto-Lei 7952, de 11 de setembro de 1945. Aprova a Convenção sobre Aviação Civil Internacional, concluída em Chicago, a 7 de dezembro de 1944, por ocasião da Conferência Internacional de Aviação Civil, e firmada pelo Brasil, em Washington, a 29 de maio de 1945, 11 de setembro de 1945.

BRASIL. Lei 11182, de 27 de setembro de 2005. Cria a Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, seção 1, p.1-8, 28 de setembro de 2005b.

BRASIL. Lei 7565, de 19 de dezembro de 1986. Código Brasileiro de Aeronáutica. **Diário Oficial da União**, seção 1, p. 19567, 23 de maio de 1986.

EUROPEAN AVIATION SAFETY AGENCY. **General Acceptable Means of Compliance for Airworthiness of Products, Parts and Appliances**, AMC-20. EASA, 2003.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Document 9859, AN/460**: Safety Management Manual. Montreal: ICAO, 2006.

LOYD, E.; TYE, W. **Systematic Safety**. Londres: Taylor Young Limited and distributed by Civil Aviation Authority, 1982.

## **A NEW MODEL FOR THE REPORTING OF AERONAUTICAL OCCURRENCES**

**ABSTRACT:** Continued airworthiness is seen as the maintainability of the safety levels obtained during the process of certification of an aeronautical product. This work presents the requirements for the notification of occurrences listed in both airworthiness and operational regulations, as these data compose the current model. Seeking to achieve congruity with and adherence to the new safety management system concepts proposed by the International Civil Aviation Organization (ICAO), a new model to report aeronautical occurrences is proposed, aimed at improving the integrity of the product, operations and maintenance. Lastly, by means of the model proposed, one seeks to integrate the various links of the Brazilian civil aviation system, since it allows the obtainment of parameters indicative of support to surveillance.

**KEYWORDS:** Continued Airworthiness. Occurrence Notification. Flight Safety.

## MÉTODO DE GERENCIAMENTO DE RISCOS PARA A PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS NA FORÇA AÉREA BRASILEIRA

Cláudio Rogério Mota de Moraes<sup>1</sup>

Danielli Fernandes Honda Santos<sup>2</sup>

Wagner de Paula Pereira<sup>3</sup>

Milton Padilla Soriano de Mello<sup>4</sup>

Artigo submetido em 06/09/2010.

Aceito para publicação em 23/11/2010.

**RESUMO:** A Força Aérea Brasileira adota uma metodologia baseada em gerenciamento de riscos, com a finalidade de prevenir eventos de natureza incerta e, conseqüentemente, de minimizar as situações de acidentes e incidentes aeronáuticos. Este trabalho tem como objetivo retratar a aplicação de métodos utilizados nas unidades aéreas da FAB, através da coleta de parâmetros para a mensuração dos riscos em todas as suas atividades, garantindo a integridade de todo pessoal envolvido e para que a missão possa ser desempenhada com êxito. A metodologia adotada foi a de consultas a profissionais da área e de visitas a algumas unidades da organização, além da aplicação de pesquisa com oficiais aviadores, que buscou encontrar a sua relação com o método no planejamento de suas missões. Os resultados obtidos demonstram que existem alguns tipos de aviação em que seus pilotos tendem a procurar mais a aplicação do método para aumentar a segurança do voo, ao passo que outros pares procuram deixar a carga

---

<sup>1</sup> Consultor em Análise de Sistemas, certificação COBIT FOUNDATION v4.1, atualmente prestando serviço para o Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) órgão do Ministério da Educação (MEC) em Brasília-DF, Pós-Graduação MBA em Gestão de Projetos de Softwares do Centro Universitário UNIEURO de Brasília-DF, 2010. claudio.rogerio@gmail.com

<sup>2</sup> Analista de Sistemas especializada em webdesign, atualmente prestando serviço para o Ministério do Esporte em Brasília-DF, Pós-Graduação MBA em Gestão de Projetos de Softwares do Centro Universitário UNIEURO de Brasília-DF, 2010. danyhonda@gmail.com

<sup>3</sup> Gerente de Projetos, atualmente prestando serviço para o Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) órgão do Ministério da Educação (MEC) em Brasília-DF, Pós-Graduação em Banco de Dados pela Universidade Católica de Brasília e Pós-Graduação MBA em Gestão de Projetos de Softwares do Centro Universitário UNIEURO de Brasília-DF. wagner.pereira@gmail.com

<sup>4</sup> Mestre em Aplicações Militares pela Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais - EsAO. Pós-graduação em Análise de Sistemas, Centro de Estudos de Pessoal. Pós-graduação em Redes de Computadores, União Educacional de Brasília -UNEB, Brasília. Graduado em Aplicações Militares pela Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN), Curso de Artilharia do Exército Brasileiro. Foi responsável pelo suporte técnico da Divisão de Informática do Departamento-Geral do Pessoal, Exército Brasileiro até o ano de 2002. Atuou como chefe do Laboratório de Informática da Faculdade Alvorada, Gerente Administrativo e de Informática da Faculdade Michelangelo e Coordenador de Informática da Faculdade Brasília. Atualmente é professor titular do Centro Universitário UNIEURO nos cursos de Graduação e Pós-Graduação. miltonsoriano@gmail.com

dos oficiais de operação das respectivas unidades aéreas tal atribuição. Por isso é necessário o aumento da percepção dos pilotos em face ao gerenciamento dos riscos entre todos os envolvidos na atividade aérea, visto que a decisão de voar dependerá do resultado obtido na aplicação do método.

**PALAVRAS CHAVE:** Gerenciamento de Risco. Prevenção de Acidentes. Segurança de Voo.

## 1 INTRODUÇÃO <sup>5</sup>

No dia 23 de outubro de 1906, quando Alberto Santos Dumont se propôs a voar em seu 14- BIS no céu da França, não imaginaria que sua invenção poderia evoluir tanto a ponto de se tornar um dos maiores meios de transporte de massa do mundo, sendo capaz de cobrir longas distâncias de forma rápida e eficaz.

A indústria aeronáutica progrediu rapidamente desde o voo do 14-BIS de Santos Dumont em 1906. Tal progresso não teria sido possível sem o desenvolvimento de técnicas, equipamentos, procedimentos e outras ferramentas voltadas à eliminação ou à redução dos riscos a atividade aérea (MENDONÇA; MASO, 2010).

Conforme a evolução tecnológica mundial progride, a aviação evolui em igual proporção, e não poderia ser diferente. A Organização das Nações Unidas (ONU) mantém uma agência especializada no assunto, a Organização da Aviação Civil Internacional (OACI), em inglês International Civil Aviation Organization (ICAO), cujo objetivo é desenvolver técnicas de navegação aérea internacional e promover a organização e progresso dos transportes aéreos, de modo a favorecer a segurança, a eficiência, a economia e o desenvolvimento dos serviços aéreos. A OACI tem buscado, cada vez mais, conscientizar os países quanto à importância e à necessidade da harmonização e padronização de todos os integrantes desse complexo sistema, com o estabelecimento de critérios e requisitos. No Brasil esses critérios são adotados pelo Comando da Aeronáutica (COMAER), através das

---

<sup>5</sup> Este artigo é parte integrante da monografia apresentada para a conclusão do curso de Pós-Graduação MBA em Gestão de Projetos de Software do Centro Universitário Euroamericano de Brasília, 2010.

Normas de Sistema do Comando da Aeronáutica (NSCA), com intuito de prover orientação básica a respeito dos procedimentos necessários para o desenvolvimento das atividades de prevenção de acidentes aeronáuticos, visando à Segurança Operacional.

Segurança Operacional é o estado em que o risco de lesões às pessoas e os danos aos bens se reduzem e se mantêm em um nível aceitável, ou abaixo do mesmo, por meio de um processo contínuo de Identificação de Perigo e Gestão de Risco. (BRASIL, 2008b).

## **2 MÉTODO DE GERENCIAMENTO DE RISCOS PARA A PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS NA FORÇA AÉREA BRASILEIRA**

De acordo com Bastos (2005): Modelos de gestão de risco têm sido utilizados na aviação operada por civis e militares. Desde a década de 1990, um processo conhecido como *Operational Risk Management* (ORM) tem sido aplicado pela Força Aérea dos Estados Unidos da América, em um esforço para maximizar a eficácia total da missão de conservação dos recursos, tanto humanos, como de equipamentos.

Inúmeros acidentes ocorreram na aviação da Força Aérea Brasileira (FAB) ao longo dos anos, ocasionando a perda de diversas vidas e aeronaves. Como havia a necessidade de se ampliar a operação aérea, uma vez que a preservação da soberania nacional não poderia ser prejudicada, o Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA), organização do COMAER, procurou desenvolver alternativas para minimizar as ocorrências na organização, com a finalidade de planejar, gerenciar, controlar e executar as atividades relacionadas com a prevenção e investigação de acidentes aeronáuticos.

O atual Vice-Chefe do CENIPA, o Coronel Aviador Luiz Cláudio Magalhães Bastos, valendo-se de sua vasta experiência em investigação de acidentes aeronáuticos, na ocasião em que ocupava a chefia da então Seção de Elaboração de Dados (SED), revisou e analisou os fatores contribuintes em todas as ocorrências registradas no setor, os quais foram objetos de uma série de estudos, abstraindo, a partir daí, os fatores de riscos mais notáveis nos acidentes analisados.

Ao término desses estudos, Cel. Magalhães propôs a criação do Método SIPAER<sup>6</sup> de Gerenciamento do Risco (MSGR). Todos os oficiais de operações das unidades aéreas foram convidados a participar da elaboração do método, auxiliando principalmente na aferição dos valores dos parâmetros estabelecidos para cada tipo de aviação e para cada tipo de aeronave operada pelas unidades aéreas. O MSGR foi concebido em 1999, no entanto, após um longo trabalho de ajustamento dos parâmetros estabelecidos, foi implantando oficialmente na FAB no ano de 2003. Posteriormente, após concluir sua dissertação de mestrado com o tema “Modelo para o Gerenciamento do Risco em Operações Aéreas por Demanda – Táxi-Aéreos”, defendida no departamento de aviação da Universidade Central do Estado do Missouri, em *Warrensburg*, nos Estados Unidos, Cel. Magalhães efetuou a atualização do método, lançando a segunda versão em 2005.

A tabela a seguir demonstra algumas das ocorrências que forneceram subsídios para estudo por meio de seus fatores contribuintes, que resultou na criação do método.

Tabela 1- Acidentes com aeronaves da FAB

<b>Matrícula</b>	<b>Aeronave</b>	<b>Ocorrência</b>	<b>Local do acidente</b>
FAB 2457	C-130	Jun. 1985	Santa Maria-RS
FAB 2460	C-130	Out. 1994	Barreiras-BA
FAB 4840	F-5	Out. 1995	Natal-RN
FAB 4571	AT-26	Jun. 1997	Barbacena-MG
FAB 2310	C-95	Jul. 1997	Serra da Mantiqueira-SP

Fonte: BRASIL (2005).

Atualmente o MSGR faz parte da grade curricular do curso de Segurança de Voo e também do Estágio de Gestão Avançada da Prevenção de Acidentes (EGAP), sendo este de caráter obrigatório para todos os comandantes das unidades aéreas da FAB. Ambos os cursos são ministrados pelo próprio CENIPA.

O MSGR é um manual que serve de apoio aos oficiais de operações para gerenciar o controle dos riscos de uma missão, que utiliza alguns parâmetros preestabelecidos para efetuar o cálculo de dois componentes básicos: a

<sup>6</sup> Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos cuja finalidade é planejar, orientar, coordenar, controlar e executar as atividades de investigação e prevenção de acidentes aeronáuticos.

probabilidade e a gravidade. A probabilidade refere-se à possibilidade de ocorrência de um determinado evento e a gravidade está relacionada aos resultados advindos dessa ocorrência. O resultado desse cálculo determinará o nível de risco da missão. Cabe ao oficial de operação verificar se o risco calculado é ou não aceitável, tomando a decisão de prosseguir com o voo ou se elimina o risco mitigado, ou então, encaminha ao comandante da respectiva unidade a tomada de decisão, considerando uma relação de custo-benefício com investida da missão. O método também busca orientar as ações voltadas para a utilização do Gerenciamento do Risco, junto aos pilotos e gestores das Organizações Militares operadoras de aeronaves, quando do planejamento de suas atividades aéreas.

Os procedimentos adotados pelo MSGR consistem na utilização de quadros de avaliação do risco que contemplam os diversos tipos de missões e emprego para o planejamento da referida atividade. Esses quadros, que servem de base para o cálculo da probabilidade, são divididos em quatro fatores determinantes, são eles: Homem, Máquina, Meio e Missão. Os fatores Homem e Máquina representam a capacidade operacional do cumprimento da missão, enquanto os fatores Meio e Missão são as dificuldades impostas pela demanda e que, às vezes, podem resultar no insucesso da missão.

## **2.1 Fatores do MSGR**

O processo para o cálculo da probabilidade considera os fatores pré-definidos em que cada fator contém dez subfatores mais relevantes identificados nos acidentes analisados e que contam com atribuição de pesos para cada item julgado.

Os parâmetros definidos para serem aplicados no cálculo da probabilidade podem ser variáveis de acordo com o tipo de aeronave a ser empregada na missão. As tabelas a seguir são utilizadas para mensurar o cálculo da probabilidade do risco para a aplicação na aeronave H-34 (Super Puma) operada pela FAB:

Tabela 2 - Fator Homem

FATOR HOMEM	SIM	NÃO	DESC	PESO
Mais de 1000h totais e de 200h na aeronave				1-2
Simulador da aeronave nos últimos 12 meses				1-2
Qualificação prevista e experiência na missão				1-3
Treinamento corrente na aeronave e na missão				1-2
Envolvimento apenas entre às 07:00P e às 22:00P				1
Não cumpriu expediente completo de 8h antes da dep				1
Envolvimento inferior a 12h e menos de 8h de voo por dia				1
Tipo de voo não propicia o desgaste físico acentuado				2
Sem sobrecarga de trabalho e voa apenas uma aeronave				1
Estresse mental – causadores e indicadores ausentes				1
<b>Mínimo (soma dos não) = ..... Máximo (soma dos não + Desc) = .....</b>				

Fonte: BRASIL (2005).

O Fator Homem verifica as condições físicas e mentais dos pilotos, suas jornadas de trabalho, experiência em horas de voo total e voadas na aeronave a ser operada e se estão saindo de outra missão e por isso poderiam estar fadigados. Verifica ainda a duração e o horário da missão, se haverá pernoite no local de destino e se estes pilotos terão acomodações adequadas. Dentre outros quesitos, checka se a tripulação possui treinamento de CRM <sup>7</sup>.

[...] a fadiga é hoje o maior fator de risco da aviação como um todo. Principalmente nos voos noturnos, ela, compreensivelmente, afeta o desempenho e a capacidade de julgamento dos tripulantes, gerando altos níveis de insegurança. O ser humano é um organismo vivo, não uma máquina que pode trabalhar ininterruptamente cujas oscilações são desprezíveis. (BRANCO, 2009, p. 36).

O ser humano é passível de erro, por isso todo mecanismo que venha auxiliar na diminuição de seu erro e, conseqüentemente, minimizar os riscos, é uma ferramenta válida.

Segundo Lima (2009): Os Fatores Contribuintes classificados no Fator Operacional, que trata do desempenho do homem ligado à própria atividade da aviação, e o Aspecto Psicológico, que se refere às variáveis psicológicas individuais, psicossociais e organizacionais, são os que mais se aproximam das teorias dos fatores humanos abordados nos conceitos do CRM.

<sup>7</sup> Gerenciamento de Recursos de Tripulação, em inglês *Crew Resource Management*. Método que auxilia no processo de decisão minimizando a probabilidade de erros.

Tabela 3 - Fator Meio

FATOR MEIO	SIM	NÃO	DESC	PESO
Heliponto homologado				2
AIS/MET da rota, destino e alternativa disponíveis				1-2
Aeronave equipada com radar meteorológico				1
Voo inteiro sob condições visuais (VMC)				1
Espaço aéreo descongestionado e sob serviço radar				1
Voo acima de 500 pés em região habitada				2
VFR diurno sem qualquer restrição de visibilidade				1
VFR noturno em noite clara (Lua Cheia +/- 3 dias)				1-2
Área de operação conhecida pelo piloto				1-2
Temperaturas amenas no solo (entre 5°C e 35°C)				1
<b>Mínimo (soma dos não) = ..... Máximo (soma dos não + Desc) = .....</b>				

Fonte: BRASIL (2005).

O Fator Meio verifica, além das condições meteorológicas, se a aeronave possui radar para este fim; se o voo ocorrerá em condições visuais ou com alguma restrição; se a área da operação é conhecida pelo piloto, bem como as condições do espaço aéreo e da rota para o destino.

O pouso em local desconhecido pelo piloto consiste em um dos fatores contribuintes para ocorrência de acidentes e incidentes.

As incursões em pista, conhecidas no cenário internacional como *runway incursions*, são preocupação constante dos órgãos responsáveis pela aviação civil em todo o mundo e constituem atualmente uma das mais sérias ameaças à segurança de voo. (SIMÃO, 2010).

Tabela 4 - Fator Máquina

FATOR MÁQUINA	SIM	NÃO	DESC	PESO
Setor de Material estruturado e com pessoal capacitado				1-2-3
Disponibilidade de ferramentas especiais e EAS				1
Publicações técnicas atualizadas, controladas e disponíveis				1
Mais de 10h após inspeção ou reparo significativo				1
Mais de 50h após revisão geral (IRAN)				1
Motores da aeronave são confiáveis				2
Instrumentos de voo e de radionavegação confiáveis				1-2
Sistema de combustível com operação e indicação confiáveis				1
Aeronave e equipamentos apropriados à missão				1-3
Combustível testado e aprovado antes do abastecimento				1
<b>Mínimo (soma dos não) = ..... Máximo (soma dos não + Desc) = .....</b>				

Fonte: BRASIL (2005).

O Fator Máquina verifica as condições de inspeções e reparos da aeronave além de revisão geral, se os instrumentos de voo e de radionavegação estão funcionando corretamente, se o combustível foi testado e aprovado antes do abastecimento, se a aeronave possui equipamentos apropriados para a referida missão, além de outros aspectos comuns ao item.

A utilização de aeronave imprópria para missão foi um fator que contribuiu na queda da aeronave modelo EMB 711 ocorrida em 05 de setembro de 2005 no município de Sinop no Estado do Mato Grosso, em que o piloto e uma criança faleceram em decorrência do acidente. Conforme relatório final divulgado pelo CENIPA :

Tratava-se de um transporte aeromédico em aeronave não equipada com os equipamentos apropriados, redundando em riscos adicionais para os enfermos. Da mesma forma, a retirada dos assentos dos passageiros os expôs a um risco adicional de lesões, sobretudo por ocasião do pouso forçado na mata (BRASIL, 2009).

Tabela 5 - Fator Missão

<b>FATOR MISSÃO</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	<b>DESC</b>	<b>PESO</b>
Tempo e meios suficientes para o planejamento da missão				1-2-3
Margens de segurança para erros e atrasos				1-3
Ambiente não incentiva o exibicionismo				2
Sem pressão provocada pela escassez de tempo				1
Ausência de condições marginais de decolagem e pouso				3
Não complacência com ações/condições insatisfatórias				3
Menos de 4 eventos distintos planejados				1
Operação predominante fora da zona crítica Alt x Vel				1-2
Sem emprego de armamento / transporte de carga externa				1
Sem emprego de formaturas (voo em formação)				1
<b>Mínimo (soma dos não) = ..... Máximo (soma dos não + Desc) = .....</b>				

Fonte: BRASIL (2005).

O Fator Missão analisa quais os tipos de carga que irão ser transportadas, se houve tempo e meios suficientes para o planejamento da missão, se será necessário empregar o voo em formação com outras aeronaves e se haverá pressão provocada pela escassez de tempo, dentre outros.

O planejamento foi um dos fatores contribuintes para a queda de uma aeronave no município de São Gabriel da Cachoeira, no estado do Amazonas, em

03 de outubro de 2002. Na ocasião o piloto, em virtude da falta de tempo hábil para planejar a missão além de pane na aeronave escalada, decidiu voar em outra aeronave. O monomotor estava a serviço do Tribunal Regional Eleitoral e transportava material para as eleições, juntamente com três estudantes convocados para o trabalho. Logo após a decolagem, a aeronave se chocou com obstáculos projetando-se na floresta e causando a morte de todos os ocupantes. Segundo o relatório final divulgado pelo CENIPA (2008): “Ficou caracterizado o planejamento deficiente da missão, ao se disponibilizar uma aeronave inadequada para a realização do voo, desconsiderando o excesso de peso do material a ser transportado e o balanceamento da aeronave”.

O fator contribuinte “deficiente planejamento” tem sido identificado em cerca de 20% dos acidentes da FAB. A falta de tempo, a carência de informações e meios adequados como mapas atualizados e em escala compatível, têm sido subfatores comuns nas falhas de planejamento. (BRASIL, 2005).

## 2.2 Cálculo da Probabilidade

O cálculo da probabilidade será efetuado com a contagem dos itens marcados para as opções “Não” e “Desc” (desconhecido) nas tabelas. A somatória dos itens marcados na opção “Não” com os devidos pesos dará o resultado da probabilidade mínima, enquanto a somatória dos itens marcados na opção “Não” mais os itens marcados na opção “Desc”, aplicados os respectivos pesos, dará o resultado da probabilidade máxima. O item “Sim” não será considerado para efeito do cálculo, pois o subfator avaliado é uma premissa essencial para a não ocorrência de risco. A tabela abaixo demonstra um exemplo para o cálculo da probabilidade comum a todos os fatores:

Tabela 6 - Exemplo de aplicação do cálculo da probabilidade

FATOR	SIM	NÃO	DESC	PESO
Margens de segurança para erros		X		3
Ambiente não incentiva o exibicionismo		X		2
Sem pressão provocada pela escassez de tempo			X	1
Ausência de condições marginais de decolagem e pouso			X	3
<b>Mínimo (soma dos não) = 5</b>		<b>Máximo (soma dos não + Desc) = 9</b>		

Probabilidade mínima:  $3 + 2 = 5$

Probabilidade máxima:  $3 + 2 + 1 + 3 = 9$

## 2.3 Cálculo da Gravidade

O processo para o cálculo da gravidade do método é estabelecido através da seleção dos parâmetros em que foram seguidos os critérios de generalidade, que podem dificultar o gerenciamento de muitos dos possíveis efeitos decorrentes dos subfatores da probabilidade, e a relevância, que estabelece o grau de dificuldade, podendo ser agregado ao trato dos problemas inesperados durante a realização do voo. A tabela a seguir é utilizada para efetuar o cálculo da gravidade aplicada para cada tipo de aviação existente com os respectivos valores de pesos.

Tabela 7 - Cálculo da Gravidade

PARÂMETROS	Ataque Caça	Asas Rotativas	Patrulha Reconhecimento Busca e Salv. GTE	Transporte	Instrução AFA	Consolidação Geral
Valor Básico Inicial	1	1	1	1	1	1
Piloto Solo ou Tripulação Simples em Jornada Maior que 14 horas	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1
Voo à Baixa Altura	+ 1	+ 1 (NBA) + 2 (Tát)	+ 1 (D) + 2 (N)	+ 1 (D) + 2 (N)	+ 1	+ 1 / + 2
Voo de Instrução	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1
Voo em Formação	- 1 / 0 / + 1	0	+ 1	+ 1 + 2 (aeronaves diferentes)	+ 1	+ 1
Ambiente Hostil Simulado	+ 1	0	0	0	0	0
Ambiente Hostil Real	+ 2	+ 2	+ 2	+ 2 + 3 (guerra)	0	+ 2
Totais Possíveis	1 a 6	1 a 6	1 a 7	1 a 9	1 a 5	1 a 7
<b>D</b> – diurno <b>N</b> – noturno <b>NBA</b> – navegação a baixa altura <b>Tát</b> - navegação tática à baixa altura (NOE, contorno) OBS. Não ocorre acúmulo dos parâmetros VOO DE INSTRUÇÃO e AMBIENTE HOSTIL REAL.						

Fonte: BRASIL (2005).

## 2.4 Cálculo do Risco

Os valores obtidos nos cálculos da probabilidade e da gravidade são utilizados para obter os níveis de risco da missão, onde os produtos da probabilidade mínima com a gravidade e a probabilidade máxima com a gravidade geram respectivamente o risco mínimo e o risco máximo conforme exemplo abaixo:

Risco Mínimo = Probabilidade Mínima X Gravidade

Risco Máximo = Probabilidade Máxima X Gravidade

Cada tipo de aviação mantém suas faixas de riscos preestabelecidas. A tabela a seguir demonstra as faixas de riscos recomendada para aplicação no tipo de aviação Asas Rotativas.

Tabela 8 - Faixa de Risco

<b>APLICAÇÃO DE AÇÕES DE CONTROLE DO RISCO</b>		
Observar a faixa na qual se encontram os valores de risco máximo e mínimo obtidos, optando pela linha de ação recomendada. Lembrar de dois fundamentos básicos: não se deve correr riscos desnecessários e o risco deve ser aceito quando a relação custo-benefício é vantajosa para a organização.		
<b>FAIXA DE RISCO</b>	<b>GRAU DE RISCO</b>	<b>AÇÃO RECOMENDADA</b>
0 – 38	Baixo	Monitorar a variação do risco
39 – 94	Médio	Ajustar para a próxima missão
95 – 168	Alto	Ajustar antes da missão
169 – 235	Muito Alto	Adiar e replanejar
236 – 397	Inaceitável	Cancelar

Fonte: BRASIL (2005).

Após a inserção dos dados, obtêm-se os valores da análise da variação do risco os quais servem de apoio para a tomada de decisão coerente para a missão. Conforme a faixa de risco obtida com a aplicação do método, pode-se obter o respectivo grau do risco e a devida ação recomendada para a missão.

Portanto, o manual do MSGR contempla a mensuração dos riscos com parâmetros definidos para todos os tipos de aviação e todas as aeronaves operadas pela FAB, mesmo que os subfatores de cada um dos fatores chaves sejam iguais em sua maioria, eles variam de aeronave para aeronave.

### **3 MÉTODOS PARA GERENCIAMENTO DE RISCOS EM UMA UNIDADE AÉREA**

O Sexto Esquadrão de Transporte Aéreo (6º ETA), localizada na Base Aérea de Brasília, foi criado em 12 de maio de 1969, realiza missões de transporte aeroterrestre, logístico, lançamento de cargas, evacuações aeromédicas, humanitárias e de socorro a vítimas em casos de desastres naturais. Conta com a equipe da Subseção de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SSIPAA) que é responsável pela prevenção de acidentes, utilizando procedimentos

de Gerenciamento de Riscos implantados pela Aeronáutica. Esta equipe é composta por um oficial aviador, que é o chefe do setor e por um mecânico de aeronaves que o auxilia nas atividades.

Cada missão desempenhada pelo 6º ETA está embasada na aplicação do MSGR, onde todos os parâmetros são analisados para que sejam identificadas as situações de maiores riscos, aplicando as melhores formas de minimizá-las. Um exemplo no caso de uma missão que precisou conduzir uma carga de material não alijável e perigosa de Brasília para o aeroporto do Galeão, no Rio de Janeiro. Os fatores de riscos detectados foram: a carga, pois se tratava de materiais altamente inflamáveis; a experiência de um dos pilotos, pois um deles já estava há algum tempo sem pilotar aeronave do mesmo tipo a ser utilizada na missão; e o tráfego no destino, por se tratar de um terminal aéreo de muito movimento. Quanto aos fatores favoráveis foram: ambos os pilotos haviam voado no mesmo tipo de aeronave nos últimos trinta dias; a experiência em horas de voo naquele tipo de aeronave de um dos pilotos; além da presença de dois especialistas em material inflamável acompanhando o transporte da carga.

A prevenção de acidentes não se limita à preparação e/ou à execução de uma determinada missão para o voo, ela trata também das ações de prevenção e supervisão nas dependências do esquadrão – naquilo que pode interferir nas atividades aéreas. Um exemplo disso é a atividade denominada de “Busca de F.O.D”, em que F.O.D. corresponde ao inglês *Foreign Object Damage* ou Dano por Objeto Estranho. Essa atividade é executada periodicamente por todos os militares em exercício no esquadrão, que consiste no agrupamento de todo o pessoal, perfilados lateralmente, para que façam uma coleta manual de todo e qualquer objeto sobre o solo na área do pátio das aeronaves. Os objetos encontrados são entregues à equipe de segurança de voo, que os cataloga e gera relatórios, pois estes relatórios não diminuem os riscos e sim busca detectar possíveis causas, consequentemente, evitar futuras ocorrências da mesma espécie.

Segundo o relatório oficial divulgado pelo *Bureau d'Enquetes ET d'Analyses* (BEA) Centro de Análises e Investigações da Aviação Civil da França (2002), afirma que no dia 25 de julho de 2000, uma aeronave Supersônica Concorde da empresa *Air France*, durante a decolagem no aeroporto *Charles de Gaulle*, em Paris, passou sobre um tira de metal, que havia caído de outra aeronave, o que fez que um dos pneus explodisse, jogando seus detritos contra a estrutura da asa, o que levou ao rompimento de um dos tanques de combustível. Um incêndio foi causado imediatamente sob a asa esquerda. A aeronave decolou e logo foi perdendo potência, o que a fez cair sobre um hotel após voar por cerca de um minuto. Cento e treze pessoas perderam a vida neste acidente, sendo cento e nove a bordo do avião e quatro em terra.

#### **4 FATORES DE RISCO EM ACIDENTES AÉREOS**

De acordo com o Escritório de Registros de Acidentes Aéreos - *Aircraft Crashes Record Office* (ACRO)<sup>8</sup>, cujo relatório foi publicado pelo G1, portal de notícias da Globo, o maior fator de causas de acidentes na aviação é o erro humano, responsável por 67,57% dos acidentes; seguidos por falha técnica, 20,72%; mau tempo, 5,95%; sabotagem, 3,25%; e outras causas, 2,51%. De todos os acidentes, 50,39% ocorreram durante o pouso, 27,73% durante o voo, 20,96% durante a decolagem e 0,92% nos momentos de taxiamento e/ou estacionamento. A NSCA 3-1 define erro humano como “Termo genérico que compreende toda ocasião na qual a sequência mental planejada de atividades mentais ou físicas falha em alcançar seu resultado pretendido” BRASIL (2008a).

É sabido que as reações e o comportamento do organismo diferem no período noturno e no diurno fazendo com que as respostas aos estímulos também ocorram de forma diferente, em função do ritmo circadiano. Todo homem está sujeito a variações contínuas no corpo, as quais ocorrem em função da exposição do organismo à luz. Paradoxalmente o maior risco de acidentes nem sempre coincide

---

<sup>8</sup> Instituição privada cujo objetivo é coletar e documentar dados sobre acidentes aéreos no mundo todo, com sede em Genebra na Suíça.

com o horário de maior tráfego aéreo, e sim com aquele em que o ser humano tem um declínio da curva de temperatura corporal central que, via de regra ocorre entre 12h30 e 14h00 e após as 22h00 até as 06h00, sendo que o período compreendido entre as 03h30 e as 05h30 da manhã é momento críticos para a indução da sonolência em decorrência da fadiga. (PHILLIP, 2005, p. 590, apud PORTELA, 2010)

Uma aeronave pressurizada permite voos em níveis mais altos, onde o consumo de combustível é menor, o rendimento dos motores é melhor e, portanto, o voo é mais rápido, além do que a pressurização permite que a cabine da aeronave fique na pressão mais próxima da que estamos sujeitos em solo, tornando a viagem menos desgastante e assim evitando a fadiga dos pilotos.

De acordo com Sant'Anna (2010), os riscos da aviação são mínimos, já que se trata do mais seguro meio de transporte. Não há um fator de risco que deva ser destacado em especial. Nos acidentes, o que acontece é um acúmulo de fatores, entre os quais falha humana, deficiência de manutenção, erros de projeto, condições meteorológicas, etc.

## **5 PESQUISA PARA ESTUDO DE CASO**

Para este estudo foi realizada uma pesquisa com o objetivo de avaliar a aplicação do Método SIPAER de Gerenciamento do Risco (MSGR) na mensuração dos riscos de suas missões. Foram usados procedimentos quantitativos, os quais dizem respeito ao público-alvo pesquisado, aplicado nas Unidades da Força Aérea Brasileira.

### **5.1 Procedimentos**

A metodologia utilizada neste trabalho baseia-se na pesquisa realizada com os oficiais aviadores da FAB em exercício em suas respectivas unidades aéreas.

O primeiro contato dos pesquisadores com o método se deu através de entrevista com os militares do efetivo da Subseção de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SSIPAA), do 6º ETA, situado na Base Aérea de Brasília.

Posteriormente, foi realizada visita ao CENIPA onde foi possível conversar com o Vice-Chefe desta organização, Coronel Aviador Luiz Cláudio Magalhães Bastos, idealizador do método na FAB. Em uma segunda visita ao 6º ETA, pôde-se acompanhar, junto ao Oficial de Segurança de Voo (OSV), uma aplicação prática do método em uma missão real.

## **5.2 Instrumento de pesquisa**

Foi elaborado um questionário com 12 perguntas, sendo 10 de caráter objetivo e 2 subjetivas, uma das quais solicitava que fosse informado a experiência do entrevistado em horas de voo e outra para informar a Unidade Aérea em que voa atualmente. Conforme apêndice A.

As perguntas de número 1 até a 9 são para mostrar a relação entre os pilotos e o MSGR. As perguntas de número 10 até a 12 são para medir a qualificação dos pilotos.

## **5.3 Coleta dos dados**

Os questionários da pesquisa foram encaminhados via correio eletrônico (*e-mail*) para o Grupo de Transporte Especial (GTE), para dois oficiais em que foi possível obter contato, e estes reencaminharam a outros oficiais aviadores. Foi encaminhada também uma carta ao Centro de Comunicação Social da Aeronáutica (CECOMSAER) contendo uma cópia resumida do projeto, objetivos do trabalho e a pesquisa a ser aplicada, onde foi possível encaminhá-la para todos os comandantes de base aérea da FAB.

Ao responder a pesquisa, o entrevistado encaminhava o formulário para um endereço eletrônico definido no próprio questionário ou, no caso de formulário impresso, entregava ao Oficial de Segurança de Voo do respectivo esquadrão para posterior encaminhamento aos pesquisadores.

A participação dos pilotos na pesquisa era voluntária e não havia a necessidade de identificação, sendo sua finalidade meramente estatística.

### 5.4 Público alvo

Todos os oficiais aviadores em exercício nas Unidades Aéreas da Força Aérea Brasileira.

Participaram deste estudo 85 pilotos de 22 unidades aéreas distribuídas em 13 Unidades da Federação e foi aplicado entre o dia 18 de junho de 2010 e o dia 24 de setembro de 2010. Conforme gráficos exibidos para a qualificação dos entrevistados a seguir:

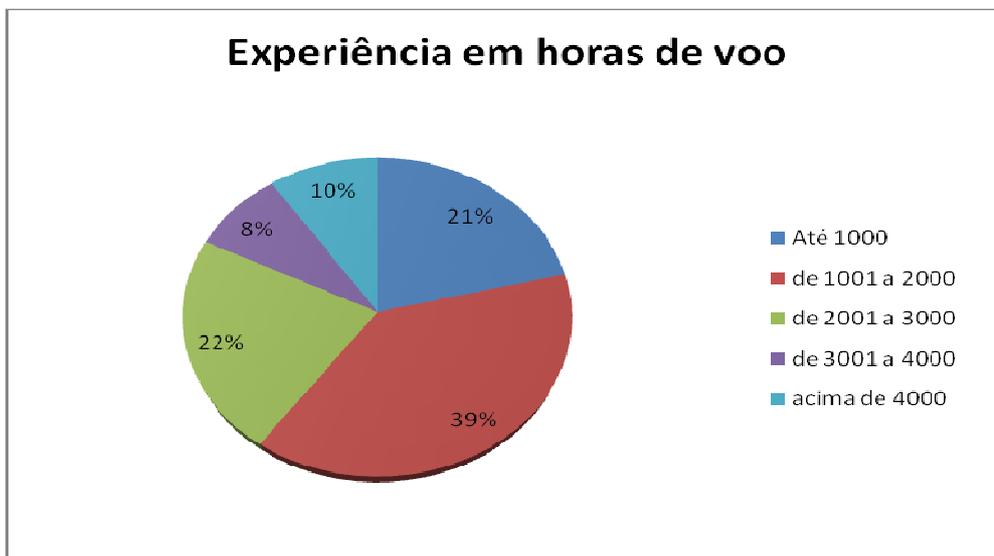


Figura 2: Gráfico da questão 09.

Dos entrevistados, 39% possuem experiência entre 1.001 e 2.000 horas de voo, 21% até 1.000 horas de voo, 22% entre 2.001 e 3.000 horas, 10% possuem mais de 4.000 horas de voo e 8% entre 3.001 e 4.000 horas.

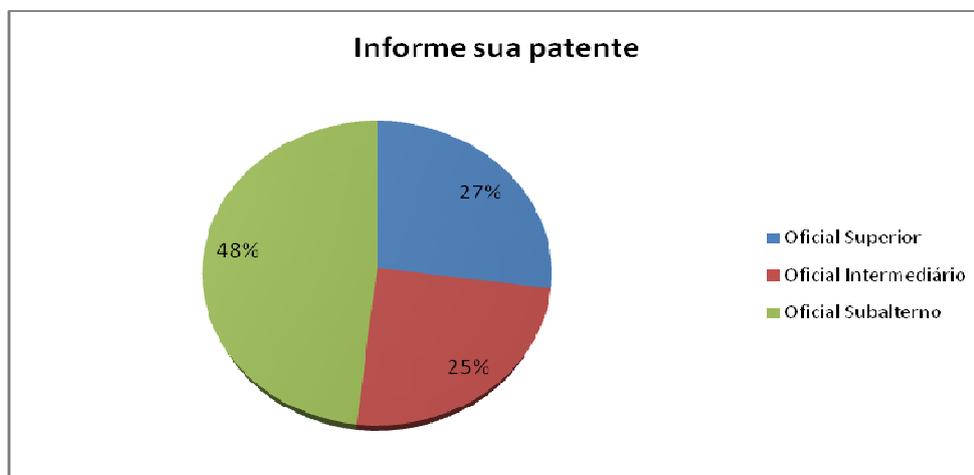


Figura 3: Gráfico da questão 10.

A pesquisa revelou que 48% dos entrevistados possuem patente de oficial subalterno, 27% oficial superior e 25% são oficiais intermediários.

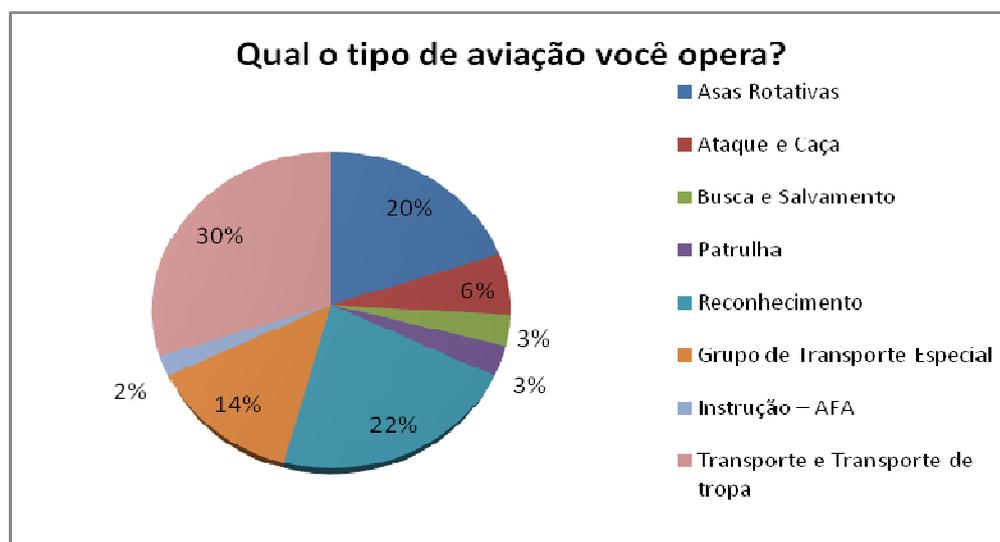


Figura 4: Gráfico da questão 11.

Os tipos de aviações exercidas pelos pilotos são de 30% de transporte e transporte de tropa, 22% para o tipo de aviação de reconhecimento, 20% para asas rotativas, 14% para o Grupo de Transporte Especial, 6% para ataque e caça, 3% de busca e salvamento, 3% para patrulha e 2% para Instrução – AFA.

## 6 APRESENTAÇÃO DOS DADOS COLETADOS

Os dados coletados foram tabulados e estão mostrados abaixo através do uso de gráficos “tipo pizza” e “tipo barra” manipulados no software Microsoft Excel 2007 e os resultados das análises dos dados são apresentados a seguir.

Dentre os pesquisados, 46% dos pilotos informaram que sempre mantêm contato com o MSGR aplicado em suas respectivas missões, 26% acompanham às vezes a aplicação, 20% nunca têm contato, 5% informaram que nem sempre é aplicado o método e outros 3% não sabem se é feito o MSGR.

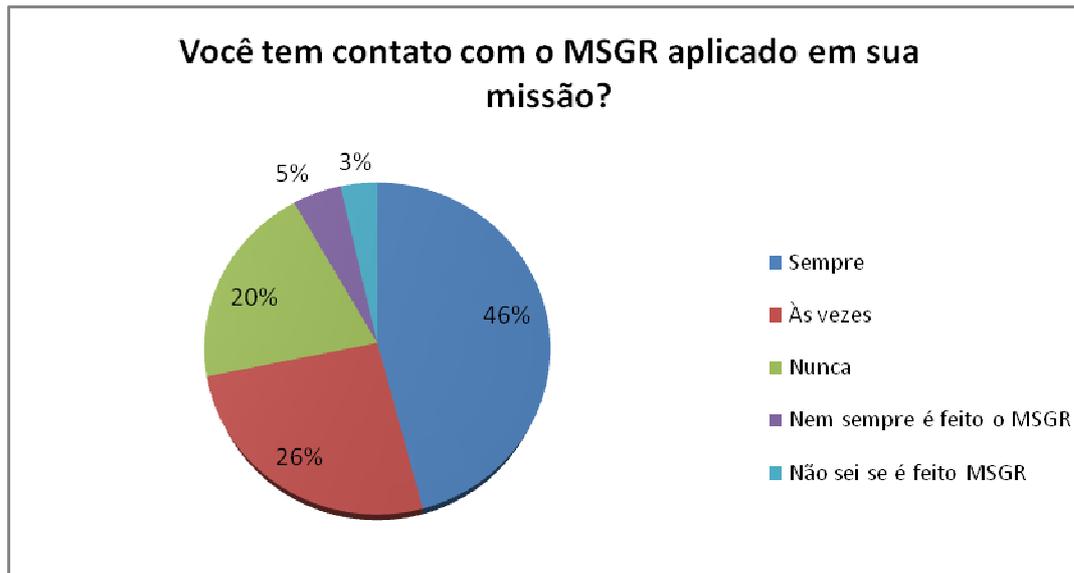


Figura 5: Gráfico da questão 01.

Dentre os pesquisados, 51% informaram que se sentem seguros perante a aplicação do método em sua missão, 29% se sentem indiferentes, 19% se sentem monitorados e 1% se sentem pouco seguros com a aplicação do método.



Figura 6: Gráfico da questão 02.

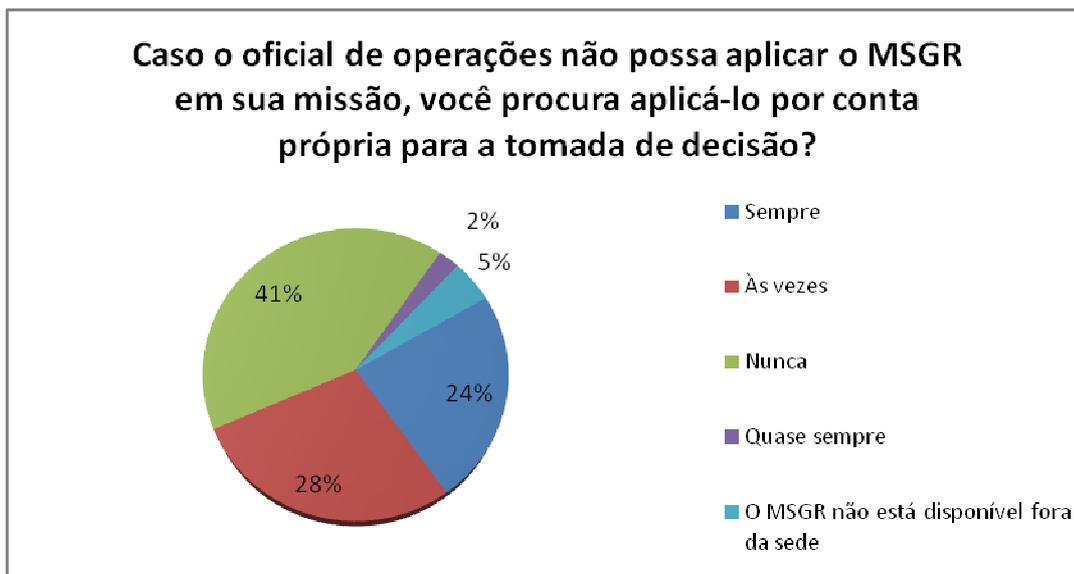


Figura 7: Gráfico da questão 03.

Dos entrevistados, 41% declararam que nunca aplicam o método por conta própria quando da impossibilidade da aplicação do oficial de operações, 28% aplicam às vezes, 24% sempre procuram aplicar o método, 5% informaram que o MSGR não está disponível fora da sede e 2% aplicam quase sempre.

Um piloto entrevistado informou que nunca precisou aplicar o método fora de sua sede, no entanto, se precisasse aplicar para mensurar o risco de sua missão ele aplicaria.

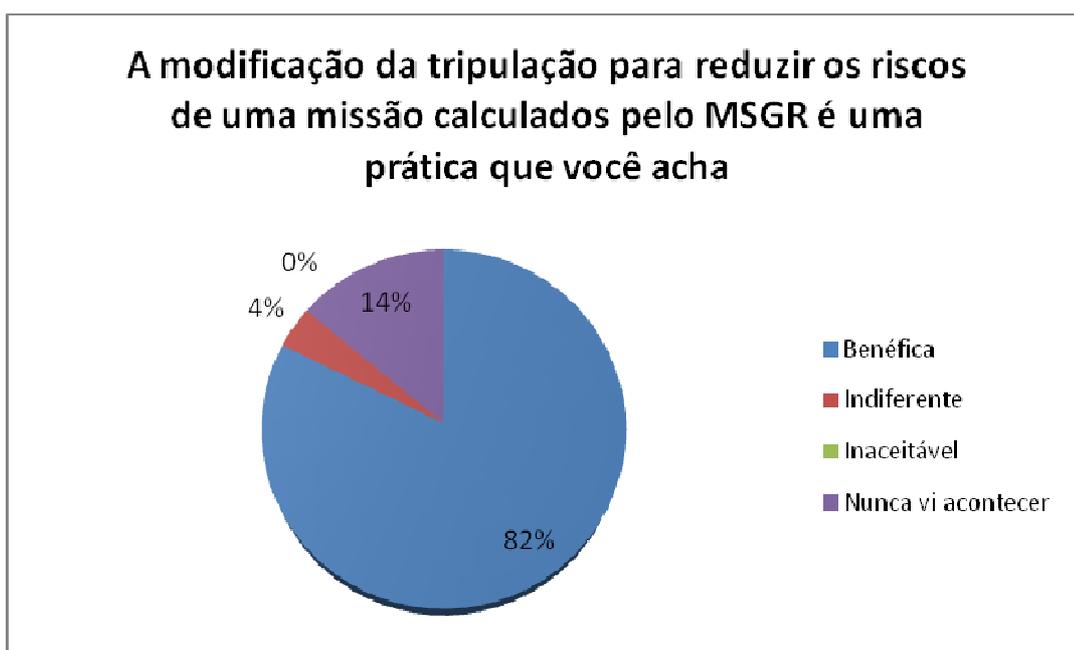


Figura 8: Gráfico da questão 04.

Para a questão da modificação da tripulação para reduzir os riscos, 82% dos pilotos informaram que tal prática é benéfica para a missão, 14% declararam nunca ter visto acontecer tal prática, 4% se sentem indiferentes com tal prática e ninguém respondeu a opção inaceitável.

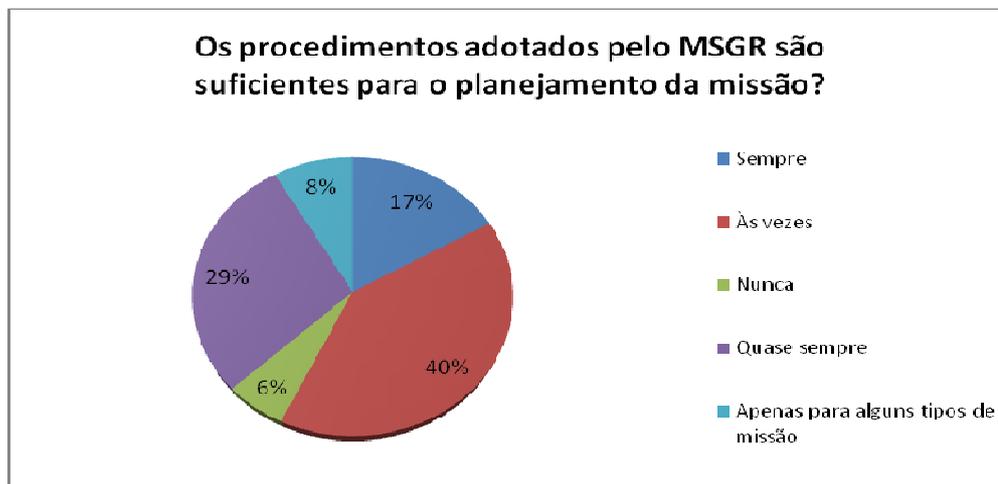


Figura 9: Gráfico da questão 05.

40% dos pilotos alegaram que às vezes os procedimentos adotados pelo método são suficientes para o planejamento da missão, 29% acham que quase sempre, 17% acham que sempre são suficientes, 8% acham que os procedimentos do método são suficientes para o planejamento de apenas alguns tipos de missão e 6% informaram que os procedimentos nunca são suficientes para o planejamento de apenas alguns tipos de missão.



Figura 10: Gráfico da questão 06.

Dentre os subfatores analisados no MSGR, 64% dos pesquisados informaram que estes são bastante significativos, 26% desconhecem quais são os subfatores do método, 5% acham poucos significativos e outros 5% acham que os subfatores estão obsoletos.



Figura 11: Gráfico da questão 07.

43% dos pilotos informaram que os cálculos utilizados no MSGR são precisos, 26% acham que são pouco precisos, 25% não sabem como eles são realizados, 6% não responderam esta questão e ninguém respondeu a opção “nada precisos”.



Figura 12: Gráfico da questão 08.

Para uma avaliação do MSGR, 66% dos pilotos acham que o método é bom, 25% acham regular, 8% não souberam avaliar e 1% acham ruim o método.

### **6.1 Observações**

Mesmo se tratando de uma pesquisa com perguntas objetivas, alguns pesquisados procuraram expressar comentários no e-mail de resposta. Esses comentários se revelaram muito úteis e estão citados junto à análise das perguntas às quais se correspondiam.

Houve pilotos que reenviaram o questionário para outros pilotos e afirmaram que a pesquisa pode contribuir para aumentar o estudo acerca da segurança de voo na FAB. Inúmeros oficiais gostaram da pesquisa e parabenizaram pela iniciativa de propor um estudo deste gênero.

Um piloto pesquisado não respondeu ao questionário, pois informou que já estava na reserva e voando em táxi-aéreo. No entanto, informou que quando na ativa não tinha visto ninguém utilizar o método, apenas tendo conhecimento do mesmo por meio de algumas apresentações, e que na empresa atual não existe nada a respeito do assunto. Tal questionamento talvez se deva ao fato de que o oficial em questão poderia estar saindo da FAB no momento da implantação do método e por isso não teve a oportunidade de acompanhar.

Um dos oficiais pesquisados informou que estava na Rússia, frequentando um curso de uma nova aeronave que a FAB está adquirindo, e que, naquele país, os pilotos brasileiros estão aplicando o MSGR. Comentou ainda que não observou, por parte dos aviadores russos, a utilização de qualquer método de segurança de voo e/ou gerenciamento de riscos.

## **7 ANÁLISE DOS DADOS**

Com o resultado da pesquisa, foi possível efetuar as relações entre as questões e seus respectivos itens, sendo utilizadas as questões de número 1 a 3

para obter as correlações entre os demais itens respondidos conforme exibidos nos gráficos a seguir:

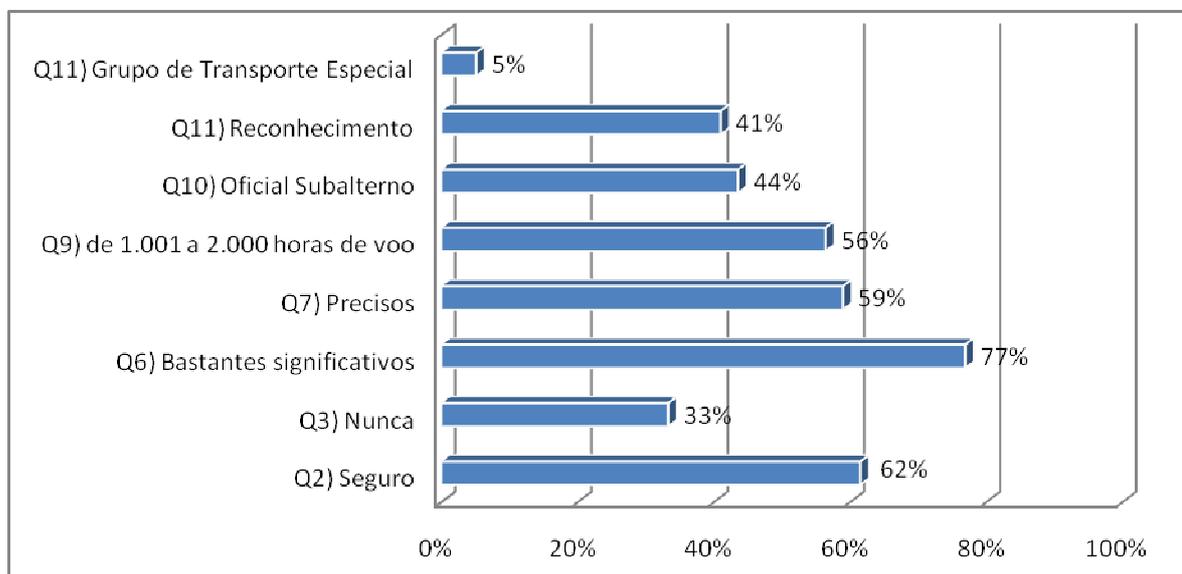


Figura 13: Gráfico de pilotos que sempre possuem contato com o MSGR.

Na questão 1 para todos os pilotos que responderam o item “Sempre”, somente 5% dos oficiais que operam o tipo de aviação Grupo de Transporte Especial (GTE) possuem este contato, enquanto os pilotos de reconhecimento mantêm contato em 41% dos pesquisados, 44% são oficiais subalternos e possuem experiência entre 1.001 e 2.000 horas de voo em 56% dos casos, 59% acham precisos os cálculos para mensurar a probabilidade e a gravidade dos riscos, 77% informaram que os subfatores do MSGR são bastante significativos, 33% deles nunca aplicam o método quando da impossibilidade de aplicação pelo oficial de operações e outros 62% se sentem seguros voando numa missão cujos riscos foram mensurados antes do voo.

A correlação entre os dados deste item demonstra que o MSGR está mais difundido entre os pilotos de reconhecimento do que os pilotos do GTE, pois a minoria destes últimos tende a acompanhar a aplicação do método em suas respectivas missões.

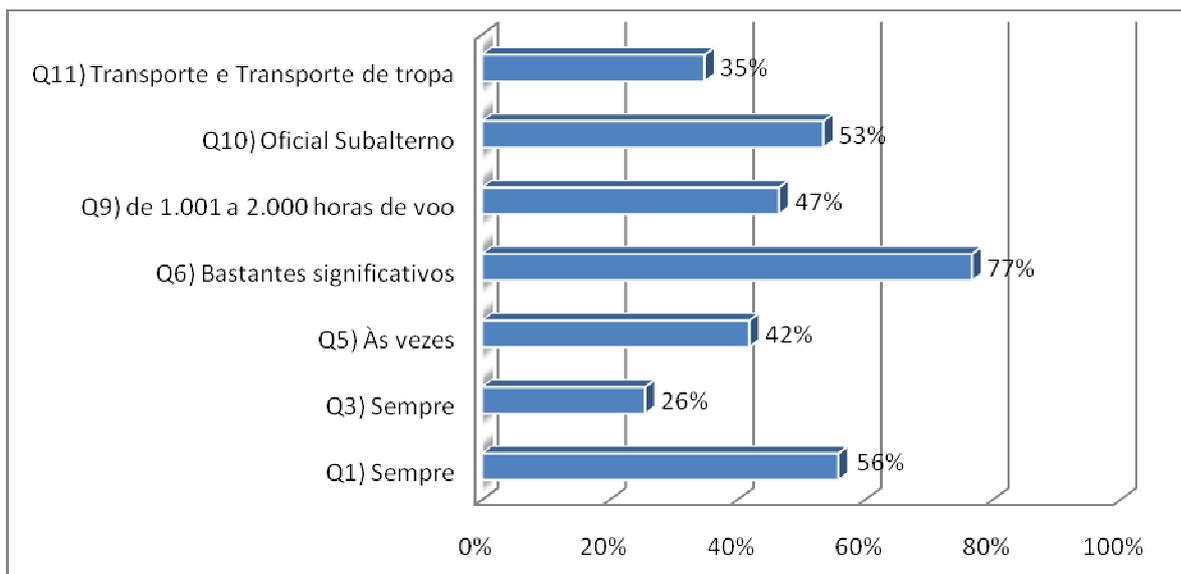


Figura 14: Gráfico de pilotos que se sentem seguros com a mensuração dos riscos.

Na questão 2 para todos os pilotos que responderam o item “Seguro”, 35% operam aeronaves de Transporte e Transporte de tropa, 53% são oficiais subalternos, 47% possuem experiência entre 1.001 e 2.000 horas de voo, 77% acham bastantes significativos os subfatores do MSGR, 42% informaram que só às vezes os procedimentos do método são suficientes para o planejamento da missão, 26% sempre aplicam o método quando da impossibilidade do oficial de operações e 56% sempre mantém contato com aplicação do MSGR de sua missão.

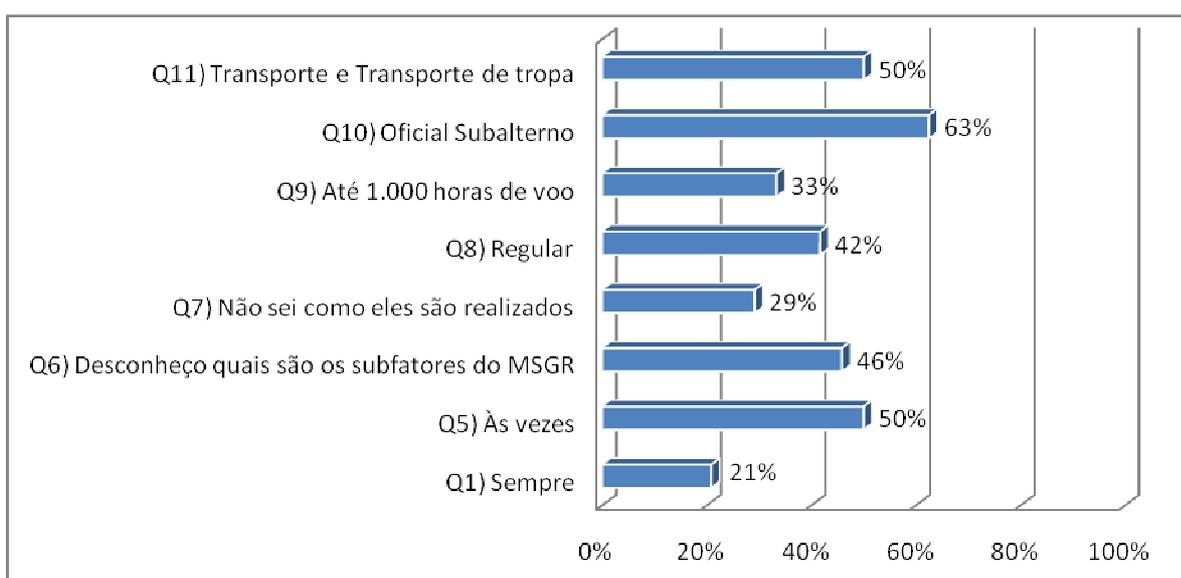


Figura 15: Gráfico dos pilotos que se sentem indiferentes com a mensuração dos riscos.

Mesmo sentindo-se seguros com a mensuração dos riscos em suas missões, a minoria dos oficiais declara que sempre aplicam o MSGR quando o oficial de operações não pode fazê-lo.

Na questão 2 para todos os pilotos que responderam o item “Indiferente”, cerca de 50% operam aviões de transporte e transporte de tropa, 63% são oficiais subalternos, 33% possuem experiência de até 1.000 horas de voo, 42% avaliaram como sendo regular o método, 29% não sabem como são realizados os cálculos para mensurar a probabilidade da gravidade do MSGR, 46% desconhecem quais são os subfatores do método, 50% dos pilotos informaram que às vezes os procedimentos adotados pelo MSGR são suficientes para o planejamento da missão e outros 21% sempre mantêm contato com a aplicação do método em sua missão.

Esta correlação demonstra que os pilotos com menores experiências mantêm pouco contato com o método.

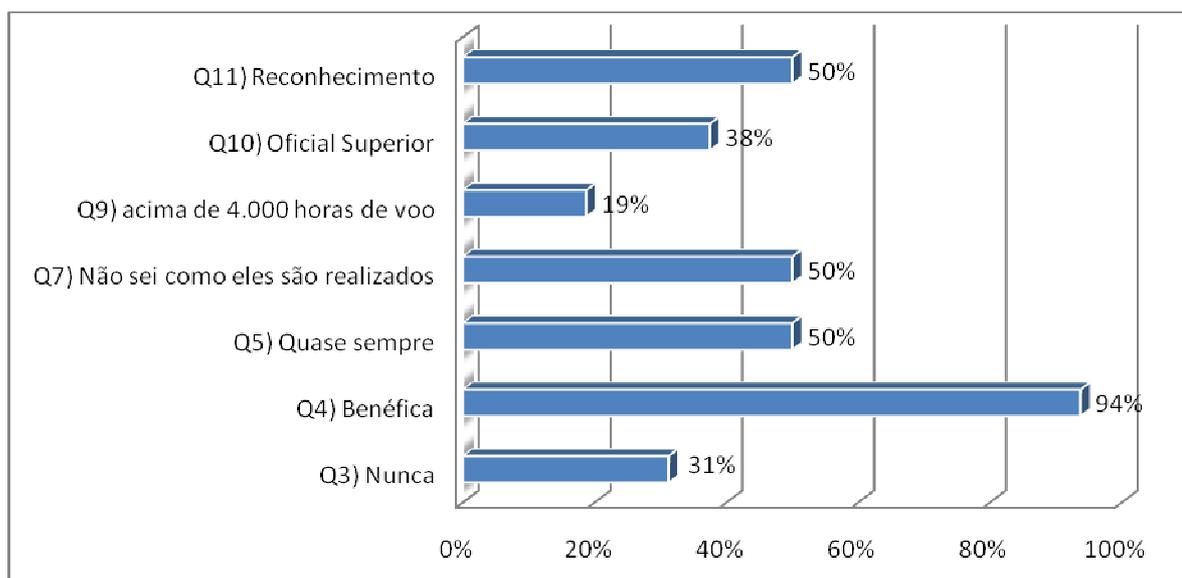


Figura 16: Gráfico de pilotos que se sentem monitorados com o a aplicação do método.

Na questão 2 para todos os pilotos que responderam o item “Monitorado”, 50% operam o tipo de aviação de reconhecimento, 38% são oficiais superiores, 19% possuem experiência superior a 4.000 horas de voo, 50% não sabem como são realizados os cálculos da probabilidade e da gravidade dos riscos, outros 50% informaram que os procedimentos adotados pelo método quase sempre são

suficientes para o planejamento da missão, 94% acham benéfica a prática de modificação da tripulação para reduzir os riscos da missão e 31% informaram que nunca aplicam o método na impossibilidade do oficial de operações.

Os pilotos que operam na aviação de reconhecimento e que possuem grande experiência em horas de voo demonstram que a aplicação do método tende a monitorar suas missões, no entanto, a metade dos pilotos não sabe como são realizadas as mensurações dos riscos e grande parte consideram benéfica a prática da modificação da tripulação.

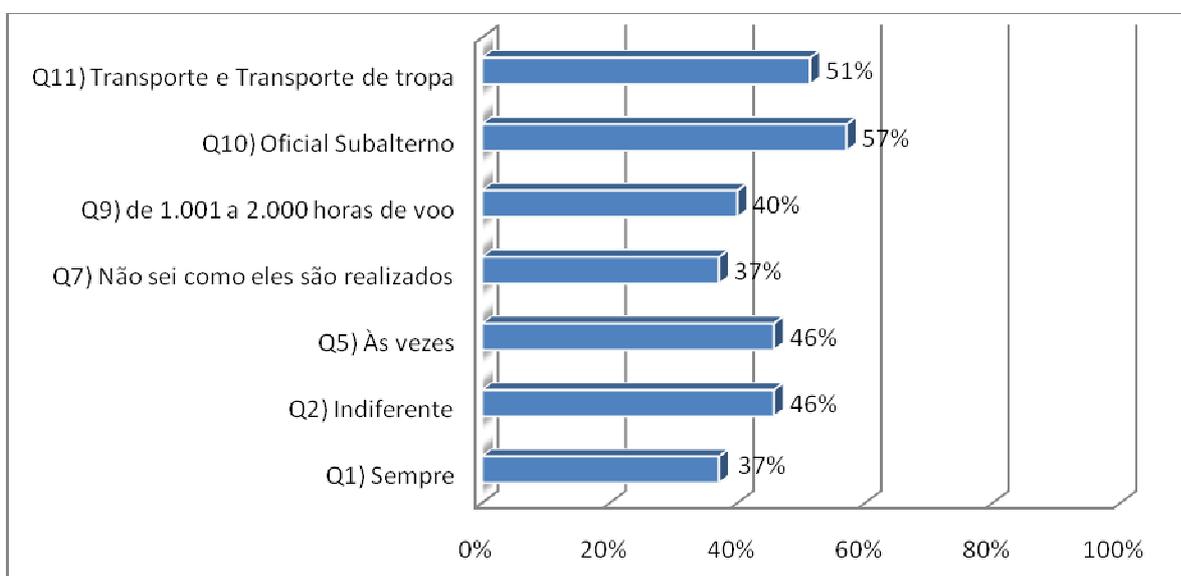


Figura 17: Gráfico de pilotos que nunca aplicam o MSGR por conta própria.

Na questão 3 para todos os pilotos que responderam o item “Nunca”, 51% operam o tipo de aviação de Transporte e Transporte de tropa, 57% são oficiais subalternos, 40% possuem experiência entre 1.001 e 2.000 horas de voo, 37% não sabem como são realizados os cálculos para mensurar a probabilidade e a gravidade dos riscos, 46% acham que às vezes os procedimentos do método são suficientes para o planejamento da missão, outros 46% se sentem indiferentes com a aplicação do método antes do voo e 37% sempre acompanham a aplicação do método em sua respectiva missão.

Esta questão demonstra que os pilotos, principalmente os que operam em transporte e transporte de tropa e são oficiais subalternos, não procuram aplicar o MSGR quando da impossibilidade da aplicação do oficial de operação.

## 8 CONCLUSÃO

Devido à necessidade de a FAB expandir suas operações aéreas para controle da soberania nacional, o CENIPA efetuou uma série de investigações em acidentes aeronáuticos ocorridos na aviação militar brasileira e conseguiu identificar os fatores contribuintes mais relevantes em tais ocorrências, criando assim o MSGR, método realizado através dos cálculos da probabilidade de ocorrência de um determinado evento e da gravidade dos resultados caso este evento ocorra. O produto destes cálculos resulta em obter a faixa de risco de uma missão, onde a equipe de operações avalia o risco e decide sobre o prosseguimento ou não da missão, ou seja, minimiza as situações de incertezas e eleva a segurança do respectivo voo.

Este trabalho procurou retratar, através de pesquisa, a relação dos pilotos com a aplicação do MSGR, demonstrando que o método está mais difundido entre os pilotos que operam aviação de reconhecimento ao invés dos pilotos do GTE, pois estes representam a minoria daqueles que sempre mantêm contato com a aplicação do método. Os pilotos que declararam sentirem-se seguros com a mensuração dos riscos em suas missões, uma pequena parcela procura aplicar o método por conta própria quando o oficial de operações não pode fazê-lo. Quanto aos aviadores que se sentem indiferentes com a mensuração dos riscos, estes mantêm pouco contato com o método e são os que possuem as menores experiências entre os pesquisados. Já os pilotos que possuem grande experiência em horas de voo operando aviação de reconhecimento, grande parte se sentem monitorados com a aplicação do MSGR, embora a metade deste grupo não sabe como são realizadas a mensuração dos riscos. Por sua vez, os pilotos que nunca aplicam o método por conta própria e operam em transporte e transporte de tropa, possuem pouca experiência em horas de voo e só acompanham a aplicação do método através do oficial de operações.

Mesmo o método tendo uma avaliação positiva e sendo bem aceito entre os

pesquisados, uma divulgação mais ampla nas unidades aéreas poderia ser útil para o aumento da percepção dos pilotos em relação aos riscos da missão, ou seja, elencar a importância de um simples quesito e caso este não seja mensurado de forma coerente pode fazer muita diferença no ato da tomada de decisão.

## REFERÊNCIAS

BASTOS, Luiz Cláudio Magalhães. **Risk management model for on-demand art 135 (air taxi) operators**. Warrensburg, 2005. Apresentada como dissertação de mestrado. Universidade Central do Missouri. Warrensburg, Missouri, Estados Unidos da América, 2005.

BRANCO, Márcio. **Na cabine de comando: curiosidades aéreas, acidentes, a crise, o caos e o céu ainda vermelho**. Osasco: Novo Século Editora, 2009.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **Método SIPAER de gerenciamento do risco**. Brasília, DF, mai. 2005.

\_\_\_\_\_. **NSCA 3-1: Conceituação de Vocábulos, Expressões e Siglas de uso no SIPAER**. Brasília, DF, 2008a. Disponível em: <[http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/index.php/normas/doc\\_details/2-nsca-3-1](http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/index.php/normas/doc_details/2-nsca-3-1)>. Acesso em 25 set. 2010.

\_\_\_\_\_. **NSCA 3-3: Gestão da Segurança Operacional**. Brasília, DF, 2008b. Disponível em: <[http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/index.php/normas/doc\\_details/16-nsca-3-3](http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/index.php/normas/doc_details/16-nsca-3-3)>. Acesso em 25 set. 2010.

\_\_\_\_\_. **Relatório Final A – Nº 011/CENIPA/2008**. Brasília, DF, 09 jul. 2008. Disponível em: <[http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/paginas/relfin/relatorios/pdf/PT\\_EBK\\_03\\_OUT\\_2002.pdf](http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/paginas/relfin/relatorios/pdf/PT_EBK_03_OUT_2002.pdf)>. Acesso em 25 ago. 2010.

\_\_\_\_\_. **Relatório Final A – Nº 059/CENIPA/2009**. Brasília, DF, 16 nov. 2009. Disponível em: <[http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/paginas/relatorios/pdf/PT\\_NEB\\_05\\_09\\_05.pdf](http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/paginas/relatorios/pdf/PT_NEB_05_09_05.pdf)>. Acesso em 01 set. 2010.

BUREAU D'ENQUÊTES ET D'ANALYSES (França). **Acidente em 25 de Julho de 2000, La Patte d'Oie em Gonesse (95) para o Concorde registrado no F-BTSC operado pela Air France**. Disponível em: <<http://www.bea.aero/docspa/2000/f-sc000725a/pdf/f-sc000725a.pdf>> Acesso em: 17 jul. 2010.

G1 O PORTAL DE NOTÍCIAS DA GLOBO. **Veja estatísticas de acidentes aéreos no mundo**. De 04 de junho de 2009. São Paulo. Disponível em:

<<http://g1.globo.com/Noticias/Mundo/0,,MUL1181784-5602,00-VEJA+ESTATISTICAS+DE+ACIDENTES+AEREOS+NO+MUNDO.html>>. Acesso em: 13 jun. 2010.

LIMA, Alexandre Anselmo. O Impacto do CRM na Aviação de Asas Rotativas da FAB. De 08 de junho de 2009. **Revista da Universidade da Força Aérea**. v. 22, n. 24, 2009. Disponível em: <<http://www.revistadaunifa.aer.mil.br/index.php/ru/article/view/288>>. Acesso em: 17 jul. 2010.

MENDONÇA, Flavio Antonio Coimbra; MASO, Daniella Baptista. Consequências da criminalização de acidentes aeronáuticos. **Conexão SIPAER, Revista Científica de Segurança de Voo**. Brasília, v. 1, n. 2, p. 4-44, mar. 2010. Disponível em: <<http://inseer.ibict.br/sipaer/index.php/sipaer/article/view/37/37>>. Acesso em: 15 jun. 2010.

PORTELA, Flávio da Costa. **Voos noturnos em operações de segurança pública**. De 21 de maio de 2010. Brasília. Disponível em: <<http://www.cbm.df.gov.br/site/3bbs/index.php/component/content/article/12-publico-externo/26-voos-noturnos-em-operacoes-de-seguranca-publica.html>>. Acesso em: 04 jul. 2010.

SANT'ANNA, Ivan. **Parabéns pelo trabalho** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <rapina@wnetrj.com.br> em 24 jun. 2010.

SIMÃO, Alexander Coelho. Incursão em pista: conceito, classificações, fatores contribuintes e medidas preventivas: uma revisão de literatura. **Conexão SIPAER**, v. 1, n. 2, p. 45-67, mar. 2010. Disponível em: <<http://inseer.ibict.br/sipaer/index.php/sipaer/article/view/29/38>>. Acesso em: 15 jun. 2010.

## **RISK MANAGEMENT METHOD FOR THE PREVENTION OF AERONAUTICAL ACCIDENTS IN THE BRAZILIAN AIR FORCE**

**ABSTRACT:** The Brazilian Air Force adopts a methodology based on risk management, in order to prevent events of uncertain nature and thus minimize the possibility of aircraft accidents and incidents. This paper aims at portraying the application of the methods used by the Brazilian Air Force organizations, through the collection of parameters to measure the risks in all activities, ensuring the integrity of all personnel involved, so that the mission can be accomplished successfully. The methodology adopted was consultation with professionals and visits to some units of the organizations, in addition to surveys with aviators to determine their relationship with the method in the planning of their missions. The results obtained show that there are some types of aviation activities in which the pilots tend to apply the method in order to increase flight safety, while others leave this to the discretion of the operations officers of their respective units. This is the reason why it is necessary to improve the pilots' perception concerning the management of risks by all of those involved in the air activity, since the decision to fly will be dependent upon the result obtained from the application of the method.

**KEYWORDS:** Risk Management. Accident Prevention. Flight Safety.

### APÊNDICE A – Pesquisa de utilização do MSGR junto aos oficiais aviadores

A pesquisa que se segue tem como objetivo investigar de que forma o Método SIPAER de Gerenciamento do Risco (MSGR) é utilizado nas Unidades Operacionais da FAB. Essa pesquisa fará parte da monografia que está sendo concluída para o Curso de Pós-Graduação em Gestão de Projetos de Software do Centro Universitário UniEuro de Brasília, tendo como tema o processo de Gerenciamento de Riscos.

A finalidade desta pesquisa é meramente estatística e não há necessidade de identificação do pesquisado.

#### **Pesquisa**

- 1) Você tem contato com o MSGR aplicado em sua missão?
  - ( ) Sempre
  - ( ) Às vezes
  - ( ) Nunca
  - ( ) Nem sempre é feito o MSGR
  - ( ) Não sei se é feito MSGR
- 2) Como você se sente realizando uma missão cujo risco foi mensurado pelo MSGR antes do voo?
  - ( ) Seguro
  - ( ) Indiferente
  - ( ) Pouco seguro
  - ( ) Monitorado
- 3) Caso o oficial de operações não possa aplicar o MSGR em sua missão, você procura aplicá-lo por conta própria para a tomada de decisão?
  - ( ) Sempre
  - ( ) Às vezes
  - ( ) Nunca
  - ( ) Quase sempre
  - ( ) O MSGR não está disponível fora da sede
- 4) A modificação da tripulação para reduzir os riscos de uma missão calculados pelo MSGR é uma prática que você acha:
  - ( ) Benéfica
  - ( ) Indiferente
  - ( ) Inaceitável
  - ( ) Nunca vi acontecer
- 5) Os procedimentos adotados pelo MSGR são suficientes para o planejamento da missão?
  - ( ) Sempre
  - ( ) Às vezes
  - ( ) Nunca
  - ( ) Quase sempre
  - ( ) Apenas para alguns tipos de missão

- 6) Os subfatores listados no MSGR que foram analisados em acidentes ocorridos são:
- ( ) Bastantes significativos
  - ( ) Poucos significativos
  - ( ) Obsoletos
  - ( ) Desconheço quais são os subfatores do MSGR

- 7) Os cálculos utilizados para mensurar a probabilidade e a gravidade dos riscos são:
- ( ) Precisos
  - ( ) Pouco precisos
  - ( ) Nada precisos
  - ( ) Não sei como eles são realizados

- 8) Qual a sua avaliação sobre o MSGR:
- ( ) Bom
  - ( ) Regular
  - ( ) Ruim
  - ( ) Não sei

- 9) Informe a sua experiência em horas de voo:  
\_\_\_\_\_ hs

- 10) Informe sua patente:
- ( ) Oficial Superior
  - ( ) Oficial Intermediário
  - ( ) Oficial Subalterno

- 11) Qual o tipo de aviação você opera?
- ( ) Asas Rotativas
  - ( ) Ataque e Caça
  - ( ) Busca e Salvamento
  - ( ) Patrulha
  - ( ) Reconhecimento
  - ( ) GTE
  - ( ) Instrução – AFA
  - ( ) Transporte e Transporte de tropa

- 12) Em qual unidade aérea você está voando atualmente?
-

## NORMAS DE SEGURANÇA PARA IMPLANTAÇÃO DOS VANT CIVIS NO ESPAÇO AÉREO BRASILEIRO: UMA NOVA ABORDAGEM

José Augusto de Almeida <sup>1</sup>

Artigo submetido em 24/05/2010.

Aceito para publicação em 30/11/2010.

**RESUMO:** A rápida expansão dos Veículos Aéreos não Tripulados (VANT) civis apresenta um desafio para as entidades reguladoras para que seja possível a inserção destes no espaço aéreo comum às demais aeronaves, e assim garantir a segurança de voo. Os militares têm utilizado veículos aéreos não tripulados durante décadas, com vários níveis de sucesso. Nestes últimos anos, as operações civis de VANT têm aumentado de forma cada vez mais crescente. A maioria dessas utilizações foi concentrada nas operações de vigilância e propaganda, contudo se verifica que um número cada vez maior de empresas manifestam interesse em utilizar aeronaves não tripuladas para outros objetivos comerciais. Este artigo tem como foco principal abordar algumas necessidades para o estabelecimento de normas de segurança, de procedimentos e de regulamentação, com a finalidade de desenvolver a implantação dos VANT, no Espaço Aéreo Brasileiro.

**PALAVRAS CHAVE:** Veículo aéreo não tripulado (VANT). Espaço Aéreo. Segurança de voo.

### 1 INTRODUÇÃO

Em menos de cem anos, a humanidade vê, com certa estupefação, a utilização de dispositivos de transporte com a eliminação do seu condutor humano. Na aviação, o que desponta no momento é um contínuo e cada vez mais acentuado emprego de aeronaves sem piloto, referido como voo não tripulado, e denominado na Estratégia Nacional de Defesa (END) (BRASIL, 2008b) como VANT (veículos aéreos não tripulados), em inúmeras missões, de emprego tanto militar como civil.

---

<sup>1</sup> Chefe da Subdivisão de Prevenção da DPAA do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial - DCTA. Foi delegado brasileiro junto à sede do INMARSAT - London - UK pelo Programa COSPAS/SARSAT. Foi Chefe da SIPACEA do CINDACTA I. É Oficial Especialista em Controle de Tráfego Aéreo, formado pela Escola de Oficiais Especialista da Aeronáutica (EOEAer). Possui os Cursos de Segurança de Vôo e de Gestão da Segurança Operacional pelo CENIPA, Aperfeiçoamento de Oficiais pela Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais (EAOAR) e Especialização pelo Instituto Tecnológico da Aeronáutica - ITA. Atualmente é mestrando pelo ITA em Segurança da Aviação e Aeronavegabilidade Continuada. dpaa1@cta.br

Existe um consenso na indústria aeroespacial convergente para um novo cenário, sinalizando que os veículos aéreos não tripulados serão comuns e irão compartilhar o espaço aéreo com aviões tripulados. Esta visão de integração está começando a se materializar em todo mundo a partir da necessidade de operação dos VANT fora de áreas restritas e em espaço aéreo comum às demais aeronaves.

No Brasil, começam a circular pelos céus essas maravilhas tecnológicas condizentes com o estado da arte em termos de produto aeronáutico, levando, com isso, o surgimento de novos problemas ainda não resolvidos. A dualidade de emprego indica a responsabilidade distinta das atribuições entre o Comando da Aeronáutica (DECEA) e a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) na emissão de normas que venham regular o uso do espaço aéreo com segurança.

Este artigo tem o objetivo de analisar a necessidade do estabelecimento de normas de segurança, de procedimentos e de regulamentação, passando pela adaptação da estrutura do Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos - SIPAER, com a finalidade de desenvolver a implantação dos VANT, no Espaço Aéreo Brasileiro, propiciando também a execução das tarefas de prevenção e investigação de acidentes com essa modalidade de aviação.

## **2 DEFINIÇÃO DE VANT**

Várias definições têm sido utilizadas para esta nova categoria (classe) de máquinas voadoras. No Brasil adotou-se a denominação de Veículos Aéreos não Tripulados (VANT).

O Manual MCA 10-4 - Glossário da Aeronáutica (BRASIL, 2001) e a Portaria Normativa Nº 606, do Ministério da Defesa (BRASIL, 2004) apresentam a seguinte definição:

VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO / REMOTE PILOTED VEHICLE. Veículo de pequeno porte, construído com material de difícil detecção, pilotado remotamente, usando asas fixas ou rotativas, empregado para sobrevoar alvo ou área de interesse, com o objetivo de fornecer, principalmente, informações através para sobrevoar alvo ou área de interesse, com o objetivo de fornecer, principalmente, informações através para sobrevoar alvo ou área de interesse, com o objetivo de fornecer, principalmente, informações através de seu sistema de vigilância eletrônica (BRASIL, 2004).

Pode-se observar que essa definição, utilizada inicialmente para fins militares, não atende mais as necessidades, pois os VANT não são mais necessariamente "de pequeno porte" e passaram também a ter uso civil.

O Departamento de Defesa dos Estados Unidos define como "Veículo que não leva um operador humano, usa forças aerodinâmicas para sustentação, pode voar autonomamente ou pilotado remotamente, pode ser descartável ou recuperável, e pode levar carga letal ou não-letal. Veículos balísticos ou não balísticos, mísseis de cruzeiro e projéteis de artilharia não são considerados VANT" (ESTADOS UNIDOS, 2005)

A Secção 101.01 do "Canadian Aviation Regulations" (CARs) (CANADÁ, 2007) refere-se a "Unmanned Air Vehicle" como aeronave propulsada, que voa sem um membro da tripulação a bordo, excluídos os aeromodelos.

Assim, pode-se definir o VANT sinteticamente como uma plataforma de baixo custo operacional operada por intermédio de um controle remoto em terra ou que segue um plano de voo pré-estipulado antes de seu lançamento, capaz de executar diversas tarefas, tais como monitoramento, reconhecimento tático, vigilância, mapeamento e ataque entre outras, dependendo dos equipamentos instalados.

## **2.1 O VANT é aeronave?**

Questão momentosa é se o VANT pode ser considerado aeronave. Se for considerado aeronave deverá obedecer a todos os requisitos e normas a ela aplicáveis (certificação, aeronavegabilidade, registro, treinamento e capacitação de recursos humanos, regra de uso do espaço aéreo, etc.). Se, pelo contrário, não for considerado aeronave, seria então um uso inédito do espaço aéreo, ainda carente de ser regulado.

A Convenção de Chicago (CONVENÇÃO SOBRE AVIAÇÃO CIVIL INTERNACIONAL, 1946), em seu Art. 8º, já previa, desde 1944, o uso de aeronaves sem tripulação:

### CONVENÇÃO DE CHICAGO

Art.8o - Nenhuma aeronave, capaz de navegar sem piloto, poderá sobrevoar sem piloto o território de um Estado contratante sem autorização especial do citado Estado e de conformidade com os termos da mesma autorização. Cada Estado contratante se compromete a tomar as disposições necessárias para que o voo sem

piloto de tal aeronave nas regiões acessíveis de aeronaves civis seja controlado de modo a evitar todo perigo para as aeronaves civis (CONVENÇÃO SOBRE AVIAÇÃO CIVIL INTERNACIONAL, 1946).

Na legislação nacional, o CBA - Código Brasileiro de Aeronáutica (BRASIL, 1986), em seu Art. 106 diz: *"Considera-se aeronave todo aparelho manobrável em voo, que possa sustentar-se e circular no espaço aéreo, mediante reações aerodinâmicas, apto a transportar pessoas ou coisas"*.

As citadas legislações corroboram que o VANT é uma aeronave, pois atende todos os requisitos definidos no Art. 106 do CBA.

Poder-se-ia, ainda, alegar incompatibilidade com o Art. 165 do referido CBA ao exigir que toda aeronave terá um comandante a bordo que, de acordo com o Art. 166, é o responsável pela operação e segurança da aeronave. Tais artigos excluiriam o VANT da categoria de aeronaves.

Porém, é necessário que a legislação evolua para acomodar esse novo cenário, considerando a situação do comandante exercer suas funções de outro local que não seja a bordo. Caberá as Autoridades Aeronáuticas propor uma solução para esse impasse. Esse trabalho adota a postura da maioria dos autores e autoridades aeronáuticas a nível mundial: o VANT é uma aeronave.

### **3 ACIDENTE AERONÁUTICO**

A definição de Acidente Aeronáutico é fundamental para as ações decorrente do SIPAER nas tarefas de investigação e prevenção, objeto da pesquisa no presente trabalho. A legislação em vigor, NSCA 3-1: Conceituação de Vocábulos, Expressões e Siglas de Uso no SIPAER (BRASIL, 2008), contempla a definição de Acidente Aeronáutico adequada para as aeronaves, tanto de asas fixas como rotativas. Porém, essa definição é anterior ao surgimento do VANT. Portanto, é necessário estabelecer uma definição para acidente aeronáutico envolvendo VANT.

Quanto aos acidentes com aeronaves experimentais produzidas por indústria homologada, ocorridos durante o desenvolvimento, houve recentemente uma modificação na Norma, incluindo essa situação. Os acidentes com VANT experimental também devem ser tratados adequadamente.

### 3.1 Acidente Aeronáutico com aeronaves (asas fixas e rotativas)

A NSCA 3-1 adota a definição recomendada pela ICAO, qual seja:

#### 3.2 ACIDENTE AERONÁUTICO

Toda ocorrência relacionada com a operação de uma aeronave, havida entre o momento em que uma pessoa nela embarca com a intenção de realizar um voo, até o momento em que todas as pessoas tenham dela desembarcado e, durante o qual, pelo menos uma das situações abaixo ocorra (itens 3.2.1.1, 3.2.1.2 e 3.2.1.3).[...]

[...]

3.2.4 Em voos de ensaio experimental com aeronave militar ou de empresa homologada, não serão classificadas como acidente aeronáutico as ocorrências relacionadas diretamente ao objetivo do ensaio, ficando o estabelecimento desta relação a cargo do Comando Investigador, após análise preliminar do evento frente à documentação técnica que suporta o referido ensaio (BRASIL, 2008).

### 3.2 Acidente Aeronáutico com VANT

O Sr. Marcus Araújo Costa, ex-chefe do CENIPA e atual Chefe do Accident Investigation and Prevention Section (AIG), do Air Navigation Bureau da ICAO propôs, em nota de estudo ao UAS Study Group (INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION, 2008), que fosse adotada a seguinte definição:

Para efeitos de investigação de acidentes, uma ocorrência associada à operação de um sistema de aeronaves não tripuladas (UAS), terá lugar entre o momento em que a aeronave está pronta para avançar com a finalidade de voo até ao momento em que se imobilizou no final do voo e o sistema de propulsão principal é desligado (INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION, 2008).

Essa definição é conveniente por englobar as diversas situações possíveis na operação do VANT. Na decolagem, por exemplo, ele poderá ser rebocado (até com motor acionado) e posicionado na cabeceira da pista ou poderá taxiar até lá por meios próprios.

## 4 CIRCULAÇÃO DE AERONAVES NO ESPAÇO AÉREO

O uso do espaço aéreo é compartilhado por aeronaves civis e militares. o MCA 10-4 - Glossário da Aeronáutica (BRASIL, 2001), apresenta as seguintes definições:

**CIRCULAÇÃO AÉREA GERAL** - Conjunto de voos de aeronaves civis e/ou militares, efetuados segundo as regras de tráfego aéreo estabelecidas para as aeronaves em geral em tempo de paz e que se beneficiam dos serviços de tráfego aéreo prestados pelos órgãos ATS.

**CIRCULAÇÃO AÉREA NACIONAL** - Conjunto de movimentos de aeronaves civis e militares no espaço aéreo soberano e sob responsabilidade do Brasil. Compreende a Circulação Aérea Geral e a Circulação Operacional Militar.

**CIRCULAÇÃO OPERACIONAL MILITAR** - Conjunto de movimentos de aeronaves militares que, por razões técnicas, operacionais e/ou de segurança nacional, está sujeito a procedimentos especiais ou mesmo dispensado de cumprir certas regras de tráfego aéreo, beneficiando-se dos serviços prestados pelos Órgãos de Controle de Operações Aéreas Militares - OCOAM ou que, quando no contexto de uma operação militar, também dos serviços prestados pelos órgãos ATC que forem envolvidos (BRASIL, 2001).

#### 4.1 Segurança Operacional Aplicada ao VANT

A aplicação de VANT militares tem precedido a dos VANT civis. Por estarem sujeitos a regras próprias da Circulação Aérea Militar, restritos a espaços aéreos confinados ou mediante reserva de espaço aéreo, o uso de VANT militar não tem até agora ocasionado muitos transtornos. Porém, os aspectos de Segurança Operacional são fundamentais para a introdução desse novo tipo de aeronave em espaços aéreos não confinados, ou seja, no espaço aéreo comum às demais aeronaves.

O Estado-Maior da Aeronáutica propôs uma minuta de Diretriz (DCA 55-Xx - Estratégia de implantação e operação de aeronaves remotamente pilotadas no espaço aéreo brasileiro) cuja aprovação será feita após a crítica dos setores envolvidos.

Essa Diretriz emite atribuições a diversos setores do Comando da Aeronáutica, entre eles, no item 3.6, duas para o CENIPA que deverá:

1. Acompanhar as operações de VANT no espaço aéreo brasileiro a fim de coletar a estatística de ocorrências (ocorrências no solo, incidentes e acidentes); e
2. Estabelecer recomendações e normas de segurança específica para a operação segura dos VANT em espaço aéreo nacional.

Assim, caberá ao CENIPA primeiro o estabelecimento de ações de prevenção que deverão ser implementadas para a operação segura dos VANT. Em segundo lugar, deverá estabelecer rotinas para possibilitar a investigação de ocorrências no solo, incidentes e acidentes ocorridos com VANT.

#### 4.1.1 Prevenção

As atividades de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos devem agora incorporar rotinas e ações adequadas para a inclusão dos VANT em espaços aéreos não confinados. Por possuírem características que os diferenciam das demais aeronaves, como, por exemplo, a possibilidade de encontrar dificuldades para ver e evitar outros tráfegos "see and avoid capacity", será necessário o estabelecimento de regras específicas visando a prevenção de acidentes aeronáuticos envolvendo VANT.

#### 4.1.2 Investigação

A investigação de ocorrências de solo, incidentes e acidentes com VANT deverá ser estabelecida pelo Órgão Central do SIPAER (CENIPA). Para isso, toda legislação aeronáutica, incluindo o CBA - Código Brasileiro de Aeronáutica e as Normas Sistêmicas do SIPAER, irá necessitar de uma revisão completa.

#### 4.1.3 Atividades a serem implementadas

Conforme exposto neste artigo, a utilização de VANT tem experimentado um grande crescimento e, em consequência, a pressão pela inserção desses no espaço aéreo comum às demais aeronaves será cada vez maior. Assim, é necessário que as autoridades envolvidas desenvolvam uma estratégia para enfrentar esse desafio.

Como abordagem inicial, a tabela abaixo lista algumas das atividades que devem ser consideradas e os órgãos responsáveis por sua implementação:

Tabela 1: Atividades e órgãos responsáveis por sua implementação.

<b>Atividade</b>	<b>Órgão responsável</b>
Legislação (novo CBA)	Congresso, Pres. República...
Certificação militar	IFI
Certificação civil	ANAC
Prevenção	ANAC / CENIPA
Investigação	CENIPA
Controle de uso do espaço aéreo	DECEA
Autorização para voos de sensoriamento	MD
Aeronavegabilidade civil	ANAC
Aeronavegabilidade militar	IFI
Capacitação de recursos humanos	A definir
Certificado de capacidade física para operadores	A definir

## 5 CONCLUSÃO

A utilização do espaço aéreo comum às demais aeronaves, por parte dos VANT, é uma realidade que necessita ser adequadamente tratada pelas autoridades aeronáuticas. No Brasil, já existem iniciativas por parte das autoridades aeronáutica para a adoção de regulamentação que possibilitem uma transição de forma ordenada e, principalmente, mantendo no mínimo os níveis de segurança atuais. No futuro, com o aumento do número de operações, será necessária a adoção de novas ferramentas voltadas para a prevenção e investigação de acidentes aeronáuticos, na perseguição da meta de "zero acidentes".

## REFERÊNCIAS

- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **ICA 100-12: Regras do Ar e Serviços de Tráfego Aéreo**. Rio de Janeiro: DECEA, 2009.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **NSCA 3-1. Conceituação de Vocábulos, Expressões e Siglas de Uso no SIPAER**. Brasília, 2008.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Estratégia Nacional de Defesa, Decreto no 6.703, de 18 de dezembro de 2008b.
- BRASIL. Ministério da Defesa Portaria Normativa no 606, de 11 de junho de 2004. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 14 jun. 2004. Seção 2, p.8.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. **MCA 10-4: Glossário da Aeronáutica**. Brasília, 2001.
- BRASIL. Lei No 7.565, de 19 de dezembro de 1986. Dispõe sobre o Código Brasileiro de Aeronáutica. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 23 dez. 1986. Seção 1, p.19567 e retificado em 30 dez 1986. Seção 1, p. 19935.
- CONVENÇÃO SOBRE AVIAÇÃO CIVIL INTERNACIONAL (Convenção de Chicago), promulgada pelo Decreto N° 21.713, de 27 de agosto de 1946.
- CANADÁ. Canadian Aviation Regulation. **Section 101.1. Unmanned Air Vehicle**. Canadian Aviation Regulation, 2007.
- ESTADOS UNIDOS. Department of Defense. **UAS ROADMAP 2005**. Unmanned Aerial Vehicle Roadmap 2005- 2037. Department of Defense, 2005.
- INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Summary of Discussions: Unmanned Aircraft System Study Group (UASSG)**. Montreal: ICAO, 2008.

## **SAFETY REGULATIONS FOR IMPLEMENTATION OF CIVILIAN UAV IN BRAZILIAN AIRSPACE: A NEW APPROACH**

**ABSTRACT:** The rapid spread of civilian Unmanned Aerial Vehicles (UAV) presents a challenge to regulators whose task is to ensure flight safety. The military have used unmanned aircraft for several decades with varying levels of success. In the last few years, civilian UAV operations have increased dramatically. Most of these operations have concentrated on surveillance and advertisement, but several companies have expressed interest in using unmanned aircraft for a variety of other commercial endeavors. The main focus of this work is to analyse the need to establish safety standards, procedures and regulations in order to implement civilian UAV operations within the Brazilian Airspace.

**KEYWORDS:** Unmanned aerial vehicle (UAV). Airspace. Flight safety

## PROPOSTA DE CRIAÇÃO E GERENCIAMENTO DO DOCUMENTO “BOLETIM INFORMATIVO DE AERONAVEGABILIDADE CONTINUADA – BIAC”

Renato Crucello Passos – D.Sc. <sup>1</sup>

Rogério Possi Júnior <sup>2</sup>

Oswaldo Oliveira Filho <sup>3</sup>

Artigo submetido em 20/09/2010.

Aceito para publicação em 18/10/2010.

**RESUMO:** Com o aumento de mais de 18% da atividade aérea no território nacional nos últimos 10 anos, totalizando mais de 12.000 aeronaves em operação, o número de ocorrências de acidentes e incidentes aeronáuticos tem crescido na mesma proporção do aumento da atividade aérea, despertando nos usuários um sentimento de insegurança quando da utilização do transporte aéreo. Baseado neste fato e buscando melhorar a comunicação da ANAC com a comunidade aeronáutica, na divulgação de recomendações para a melhoria continuada da aeronavegabilidade das aeronaves, operadas e fabricadas no Brasil em operação no exterior, que a ANAC, através do seu grupo de Aeronavegabilidade Continuada (PAC), propõe criar uma ferramenta intitulada “Boletim Informativo de Aeronavegabilidade Continuada (BIAC). Esta constitui-se uma ferramenta de alerta e educação, cujas informações trarão recomendações a comunidade aeronáutica sobre a melhoria continuada da segurança de um determinado produto aeronáutico bem como divulgar condições inseguras em aeronaves experimentais, melhorando a segurança dos produtos aeronáuticos.

**PALAVRAS CHAVE:** Aeronavegabilidade Continuada. Boletim Informativo. Documento ANAC.

---

<sup>1</sup> Engenheiro Mecatrônico pela Universidade São Francisco (USF), 2000; Mestre em Ciências pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA, 2002; Especialista em Certificação Aeronáutica pelo Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI-CTA), 2003; Especialista em Segurança de Voo pelo ITA, 2005; Doutor em Ciências pela Universidade Estadual de São Paulo, UNESP, 2009; trabalhou na antiga divisão Civil de Homologação Aeronáutica - FDH do Centro Técnico Aeroespacial - CTA (absorvida pela ANAC em 2005) e deste então, trabalha no Grupo de Aeronavegabilidade Continuada - PAC da Gerência Geral de Certificação de Produtos Aeronáuticos - GGCP da Superintendência de Aeronavegabilidade - SAR da ANAC. [renato.crucello@anac.gov.br](mailto:renato.crucello@anac.gov.br)

<sup>2</sup> Engenheiro Mecânico Aeronáutico pela Universidade de São Paulo – USP, desde 1997; trabalhou na antiga divisão Civil de Homologação Aeronáutica - FDH do CTA (absorvida pela ANAC em 2005), e desde então, trabalha no Grupo de Aeronavegabilidade Continuada - PAC da GGCP/SAR/ANAC. [rogerio.possi@anac.gov.br](mailto:rogerio.possi@anac.gov.br)

<sup>3</sup> Engenheiro Mecânico pela UNESP desde 1989, trabalhou na antiga divisão Civil de Homologação Aeronáutica - FDH do CTA (absorvida pela ANAC em 2005), e deste então, trabalhando no Grupo de Aeronavegabilidade Continuada - PAC da GGCP/SAR/ANAC como líder-técnico. [oswaldo.oliveira@anac.gov.br](mailto:oswaldo.oliveira@anac.gov.br)

## 1 INTRODUÇÃO

O BIAC é uma ferramenta de alerta e educação, cujas informações trarão recomendações à comunidade aeronáutica sobre melhoria continuada da segurança de um determinado produto aeronáutico. O público alvo de um BIAC se estende a todos aqueles que de algum modo se utilizam de produtos aeronáuticos, como: oficinas de manutenção, empresas de táxi-aéreo, serviço aéreo especializado (SAE), empresas de aviação, donos de aeronaves, aeroclubes, etc.

Um BIAC não é um requisito aeronáutico (emenda ao RBHA 39), e por isso não é mandatório, devendo ser tratado apenas como uma orientação na melhoria da segurança dos produtos aeronáuticos nos quais faz referência. Um BIAC pode tanto descrever falhas, defeitos e/ou mau funcionamento cujo impacto não causem uma condição insegura em aeronaves com certificado de tipo aprovado.

A utilização do BIAC é uma ferramenta eficiente para informar a toda a comunidade aeronáutica quanto a ocorrência de falhas, defeitos e/ou mau funcionamento em produtos aeronáuticos instalados em aeronaves experimentais e amadoras em que a emissão de uma Proposta de Regra (NPR) e posterior Diretriz de Aeronavegabilidade (DA) não é possível, devido ao fato de que estas aeronaves não possuem um Certificado de Tipo Aprovado pela ANAC, logo uma emenda a um requisito aeronáutico (emenda ao RBHA 39), não seria de aplicação obrigatória para esta categoria de aeronave, tendo o BIAC a função de divulgar a referida condição insegura.

Este artigo apresenta a proposta de criação do BIAC, como ferramenta a ser utilizada pela ANAC, na divulgação de recomendação à comunidade aeronáutica para a melhoria continuada da segurança de voo dos produtos aeronáuticos em operação e fabricada no Brasil em operação no exterior. Este documento tem como objetivo ainda, divulgar condições inseguras em aeronaves experimentais, alertando os usuários desta aviação quando da existência de determinadas condições potencialmente inseguras.

## 2 O BIAC

O BIAC é resultado de um conjunto de análises feitas pelo PAC, que com o suporte técnico dos respectivos especialistas: do fabricante do produto aeronáutico alvo da análise (produto Nacional ou Importado), comissão investigadora (no caso em que se tratar de um acidente), da autoridade primária estrangeira (nos casos em que o produto é importado), e de outros setores da ANAC correlatos à análise; em que é julgado o impacto na segurança de voo, bem como quais as ações a serem realizadas objetivando que este incidente/acidente não volte a ocorrer em outras aeronaves do mesmo modelo e tipo.

A seguir (Fig. 1) é mostrado um diagrama de blocos resumindo o processo de coleta e análise dos relatórios de dificuldades em serviço utilizados para gerenciamento das ações para monitoramento da aeronavegabilidade atual da frota de aeronaves fabricadas e em operação no território nacional.

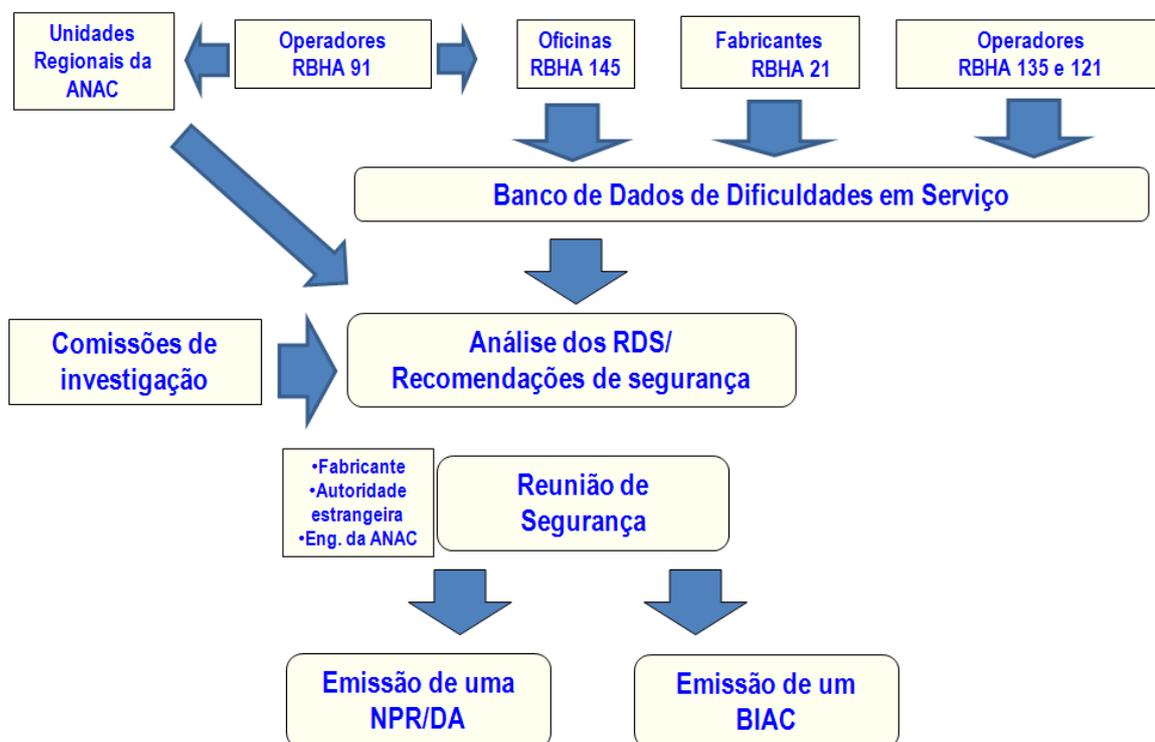


Fig. 1 – Diagrama de coleta e análise de Relatório de Dificuldades em Serviço (RDS).

É que a responsabilidade do PAC, a criação e manutenção de um sistema de coleta, análise e gerenciamento das ações mitigadoras referentes às dificuldades em serviço da frota em operação. Este sistema é fundamentado no conceito denominado SMS (*Safety Management System*) que consiste nas seguintes fases principais (Fig. 2):

(a) Coleta de dados de segurança: Aquisição de dados relevantes para melhoria da segurança global. O envio destes dados é obrigatório aos operadores aeronáuticos em operação sob requisitos aeronáuticos Brasileiros: Fabricantes de produtos e partes aeronáuticas (RBAC 21), Empresas de manutenção aeronáutica (RBHA 145), Operadores aéreos (RBHA/RBAC 135 e 121), comissões de investigadores de acidentes e incidentes e as Unidades Regionais - UR da ANAC;

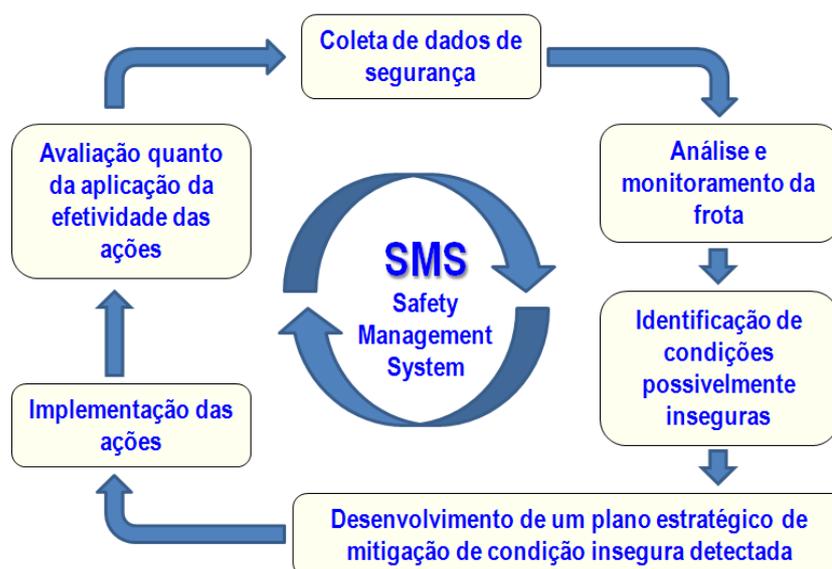
(b) Análise e monitoramento da frota: é responsabilidade do PAC analisar cada um dos relatórios de eventos ligados a dificuldades em serviço, avaliando através de análises de tendências se uma determinada ocorrência pode resultar em uma condição insegura de operação no restante da frota;

(c) Identificação de condições possivelmente inseguras: Consiste na análise de cada uma das ocorrências enviadas, bem como da análise estatística das ocorrências (quantidade e tendências);

(d) Desenvolvimento de um plano estratégico de mitigação de condição insegura detectada: Determinado um item que fere a segurança operacional, estratégias devem ser elaboradas buscando eliminar esta condição insegura ou num primeiro momento mitigá-las a níveis aceitáveis de segurança.

(e) Implementação das ações: Neste estágio é dado ênfase a os meios pelos quais as estratégias anteriormente delineadas serão implementadas.

(f) Avaliação quanto da aplicação das ações quanto da sua efetividade retornando ao plano caso sejam necessárias novas ações: Consiste na avaliação global quanto à estratégia anteriormente traçada se esta surtindo efeito.



**Fig. 2 – Diagrama de coleta, análise e gerenciamento de ações mitigatórias de dados referentes a dificuldades em serviço da frota em operação.**

Como resultado da aplicação desta metodologia, o PAC tem a prerrogativa em propor uma emenda ao regulamento aeronáutico (RBHA 39), tornando obrigatória a correção de um projeto aeronáutico, ou agora, com a criação do BIAC divulgar, alertar a comunidade aeronáutica que um determinado produto pode ter a sua aeronavegabilidade melhorada, ou que uma determinada condição insegura em aeronave experimental foi detectada.

### 3 UTILIZAÇÃO DO BIAC

A seguir, são descritas as condições nas quais o PAC julga serem necessárias à emissão de um BIAC e aquelas nos quais esta ferramenta não deve ser utilizada.

#### 3.1 Quando se faz necessário a emissão de um BIAC

(a) Quando existirem dúvidas quanto à aeronavegabilidade de um determinado produto aeronáutico cuja condição insegura ainda não está totalmente determinada. O BIAC busca esclarecer a comunidade aeronáutica quanto ao estado

atual desta possível condição insegura, até que uma Diretriz de Aeronavegabilidade - DA seja emitida;

(b) Quando um produto aeronáutico apresentou uma redução em suas margens de segurança, porém sem que esta redução esteja abaixo dos níveis mínimos aceitáveis;

(c) Quando existem condições inseguras em aeronaves experimentais e amadoras, no intuito de informar a comunidade aeronáutica da possibilidade de ocorrência deste evento;

(d) Quando da aprovação de um Método Alternativo de Cumprimento (MAC) com uma DA. Neste caso o BIAC deverá conter somente informações que identifiquem a Diretriz de Aeronavegabilidade referente e o detentor que recebeu a aprovação pela ANAC;

(e) Para incluir melhor detalhamento em tarefas de manutenção no plano de manutenção de um operador aprovado pela ANAC, desde que estas não alterem o conteúdo técnico.

### **3.2 Quando não se faz necessário a emissão de um BIAC**

Em assuntos que requeiram a submissão de informações específicas a comunidade aeronáutica. Isto inclui descrição de falhas ou mau funcionamento necessário para ajudar na detecção de uma potencial condição insegura e/ou auxiliar na proposição de ações corretivas.

### **3.3 Quando não pode ser usado um BIAC**

(a) Para corrigir condição insegura de um produto aeronáutico com Certificado de Tipo Aprovado, pois quando esta condição existir há a emissão de DA;

(b) Para propor uma ação corretiva interina enquanto uma DA está sendo desenvolvida, para esclarecer qualquer requisito especificado em uma DA. Se forem

necessários esclarecimentos quanto ao conteúdo de uma DA, esta deve ser revisada ou superada por outra;

(c) Para conceder isenções especiais de uma DA;

(d) Para recomendar mudanças na Seção de Limitações de uma aeronave/motor/hélice do manual de voo e na Seção de Limitações de Aeronavegabilidade. Para isso, se faz necessário a emissão de uma DA;

(e) Para alterar ações no plano de manutenção do operador aprovado pela ANAC, em que requer mudanças na Seção de Limitações de Aeronavegabilidade;

(f) Para referenciar/divulgar/recomendar alguma alteração do plano de manutenção de um determinado operador a outros operadores.

## **4 RESPONSABILIDADES**

A seguir é mostrado como a ANAC pretende gerenciar o processo técnico de emissão e divulgação do conteúdo técnico deste novo documento, o BIAC.

### **4.1 Atribuições da GGCP**

O processo de decisão quanto à emissão de um BIAC bem como o seu conteúdo técnico é de responsabilidade do PAC, sendo esta necessidade avaliada através das análises advindas do sistema de dificuldades em serviço.

### **4.2 Atribuições da GTPN**

Cabe à Gerência Técnica de Processos Normativos - GTPN da ANAC a adequação do conteúdo técnico em relação aos requisitos e instruções Normativas Brasileiras vigentes.

## **CONCLUSÃO**

Depois de instituído a criação deste documento, o seu conteúdo poderá ser encontrado na *webpage* da ANAC/SAR, sendo estes disponibilizados oficialmente

em língua Portuguesa, podendo ser traduzidos para a língua Inglesa, a exemplo do que atualmente é feito no acesso das DA.

A criação do BIAC trará como principais benefícios a possibilidade da ANAC em divulgar recomendações a toda comunidade aeronáutica quanto da melhoria continuada da segurança de voo dos produtos aeronáuticos em operação e fabricada no Brasil em operação no exterior, contribuindo assim, com a redução da taxa de ocorrências aeronáuticas mesmo com o aumento da atividade aérea no território nacional.

A criação do BIAC ainda trará benefícios diretos aos operadores e usuários de aeronaves experimentais que terão no BIAC um meio de receber e divulgar possíveis condições inseguras encontradas durante a operação, decorrente de falhas ou mau funcionamento do produto aeronáutico utilizado.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos integrantes da PAC os engenheiros: José Augusto Bresciani Meirelles, Daniel Junkes, Mario Lehmert e Gustavo Neves Colares pelo suporte técnico necessário para desenvolvimento do conceito desta proposta de criação do BIAC, bem como aos engenheiros: Hélio Tarquinio Junior - Gerente de Programas, Ademir Antônio da Silva - Gerente Geral da GGCP e ao Sr. Dino Ishikura – Superintendente de Aeronavegabilidade, pelo suporte institucional.

## **REFERÊNCIAS**

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (Brasil). **Boletim Informativo de aeronavegabilidade Continuada – BIAC**, Manual de Procedimentos (MPR) n. 920. Draft.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (Brasil). **Meios Alternativos de Cumprimento**: Instrução Suplementar (IS) n. 39.19-001A.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (Brasil). **Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) n. 21**: Certificação de Produto Aeronáutico, emd. 00, 2010.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (Brasil). **Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) n. 121**: Requisitos operacionais: operações domésticas, de bandeira e suplementares, emd. 00, 2010.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (Brasil). **Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) n. 135**: Requisitos Operacionais: operações complementares e por demanda, emd. 00, 2010.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (Brasil). **Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica (RBHA) n.91**: Regras Gerais de Operação para Aeronaves Civis, emd. 91-12, 2008.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (Brasil). Resolução n. 74, de 03 de março de 2009

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (Brasil). Resolução n. 97, de 11 de maio de 2009.

BRASIL. Departamento de Aviação Civil. Portaria n. 142/DGAC de 09 de abril de 1990.

BRASIL. Departamento de Aviação Civil. **Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica (RBHA) n. 39**: Diretrizes de Aeronavegabilidade aplicáveis a Aeronaves, Motores, Hélices e Dispositivos, emd. 00, 1989

BRASIL. Departamento de Aviação Civil. **Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica (RBHA) n. 145**: Empresas de Manutenção de Aeronaves, emd. 145-04, 2005.

EUROPEAN AVIATION SAFETY. **Continuing Airworthiness of Type Design Procedure**, European Aviation Safety Agency Procedure (CAP) n. C.P006-01.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION (Estados Unidos). **Alternative Methods of Compliance**, Aviation Administration Procedure (Order) n. 8110.103.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION (Estados Unidos). **Special Airworthiness Information Bulletin**, Aviation Administration Procedure (Order) n. 8110.100.

## **PROPOSAL FOR THE CREATION AND MANAGEMENT OF THE “CONTINUED AIRWORTHINESS INFORMATIVE BULLETIN – BIAC” DOCUMENT**

**ABSTRACT:** With an increase of more than 18% in the air activity within the national territory over the last 10 years, with numbers exceeding 12,000 aircraft in operation, the rate of accident/incident occurrences has risen in the same proportion, and many users have an uneasy feeling when they have to travel by plane. Based on this fact, and aiming at improving communication with the aeronautical community relative to the dissemination of recommendations regarding the continued betterment of the airworthiness of aircraft operating in Brazil, as well as the ones manufactured in Brazil and operated in other countries, the ANAC, by means of its Continued Airworthiness Group (PAC), proposes the creation of a tool called “Continued Airworthiness Informative Bulletin (BIAC)”. This is an alerting and educational tool, whose content will provide the aeronautical community with recommendations about the continued safety betterment of a given aviation product, besides publishing unsafe conditions related to experimental aircraft, thus enhancing the safety of aeronautical products.

**KEYWORDS:** Continued Airworthiness. Informative Bulletin. ANAC Document.

## AVIFAUNA RELACIONADA AO RISCO DE COLISÕES AÉREAS NO AEROPORTO INTERNACIONAL PRESIDENTE JUSCELINO KUBITSCHEK, BRASÍLIA, DISTRITO FEDERAL, BRASIL

Flávio Leôncio Guedes<sup>1</sup>  
Daniele Henrique Brand<sup>2</sup>  
Brenda de Paiva Linhares<sup>3</sup>  
Luciana Vieira de Paiva – D. Sc.<sup>4</sup>

Artigo submetido em 14/07/2010.

Aceito para publicação em 20/10/2010.

**RESUMO:** A incidência de colisões entre aves e aeronaves tende a aumentar com o crescimento urbano. Os prejuízos causados por estas colisões envolvem aspectos materiais e humanos. Com o objetivo de estimar a situação de Brasília, foi realizado em 2009 um levantamento da avifauna no Aeroporto Internacional de Brasília. Os objetivos desse estudo foram identificar as aves presentes no aeroporto, comparar os relatos nacionais de colisões envolvendo aves com os relatos em Brasília, detectar e sugerir medidas preventivas para o local de estudo. Os censos realizados nas áreas próximas às pistas indicaram que no aeroporto de Brasília, o quero-quero (*Vanellus chilensis* (MOLINA, 1782)) foi a espécie mais abundante, porém a que oferece maior risco de colisões é o carcará (*Caracara plancus* (MILLER, 1777)). Foram detectados alguns focos de atração dessas aves para o local, como áreas para forrageamento, cupinzeiros e áreas de vegetação rasteira alta, utilizada para nidificação e refúgios. Medidas preventivas como métodos de afastamento em situações emergenciais foram sugeridas.

**PALAVRAS CHAVE:** Aves. Aviação. Colisões. Perigo Aviário.

### 1 INTRODUÇÃO

Colisões entre aves e aeronaves durante as trajetórias de voo são comuns no mundo todo (ALLAN, 2000). Isso inclui desde colisões leves a queda do avião e a morte dos passageiros e tripulantes (PEREIRA, 2008). A frequência das colisões aumenta com o crescimento da indústria de aviação (CLEARY et al., 2005) e com a utilização de voos nos últimos anos, bem como com o aumento das populações de aves relacionadas ao crescimento urbano desordenado na periferia de grandes cidades (BASTOS, 2000). Assim sendo, as colisões entre aves e aeronaves vão se tornando cada vez mais

---

<sup>1</sup> Licenciado e Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Paulista (2010), Pós Graduação em Gestão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável sendo realizada na Universidade Estadual de Goiás. Atualmente trabalha como Militar da Força Aérea Brasileira. f\_l\_guedes@hotmail.com

<sup>2</sup> Licenciada e Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Paulista (2010). Atualmente trabalha como militar da Força Aérea Brasileira. danielebrand@gmail.com

<sup>3</sup> Licenciada e Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Paulista (2009), Pós Graduação em Gestão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável sendo realizada na Universidade Estadual de Goiás. Atualmente trabalha na área de meio ambiente na LARROSA & SANTOS CONSULTORES Ltda. brendakalosh@gmail.com

<sup>4</sup> Licenciada e Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Uberlândia (2001), Mestre em Ecologia e Conservação pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (2004) e Doutora em Ecologia pela Universidade de Brasília (2008). Atualmente trabalha como professora titular da Faculdade Anhanguera de Brasília. paivalv@gmail.com

frequentes e mais sérias (Organização de Aviação Civil Internacional, 1991).

Durante o movimento das aeronaves, há uma relação direta entre as fases de um voo e as colisões com aves (Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos, 2002). No geral, as fases de voo em que ocorrem maior incidência de colisões envolvendo aves e aeronaves são o momento da decolagem, quando a aeronave adquire a velocidade necessária para obter a sustentação necessária para alçar voo; o momento de aproximação da aeronave ao aeroporto; e, por fim, a aterrissagem, momento em que a aeronave se aproxima da pista para pouso (PEREIRA, 2008). Nessas três fases, as de maior incidência de colisões são: a decolagem com 25,3% e a aproximação com 21,7% (SERRANO et al., 2005).

A presença de aves nos aeroportos pode ser atribuída a diversos fatores como a busca por alimento, água, refúgio (abrigo ou descanso) ou áreas para nidificação (OACI, 1991). A intensidade dos danos e lesões decorrentes de uma colisão entre uma aeronave e uma ave é função da velocidade daquela e da massa da ave (PESSOA et al., 2006), o impacto está mais diretamente relacionado à alta velocidade das aeronaves. Portanto, qualquer ave seja pequena ou grande, isolada ou em grupo, pode ser um risco, e oferecer perigo para as aeronaves em geral (DOOLBER et al., 2000; SOUZA, 2001).

O Brasil possui uma alta diversidade de aves, variando em torno de 1.825 espécies (CBRO, 2009 - Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos), o que equivale à aproximadamente 57% das espécies de aves registradas em toda a América do Sul (MARINI; GARCIA, 2005). Destas espécies, 49% (N=837) fazem parte da avifauna do Bioma Cerrado (KLINK; MACHADO, 2005) sendo que a representatividade, em áreas urbanas, tem aumentado consideravelmente nos últimos 30 anos (GUIMARÃES, 2006). No Brasil, o problema de colisões aéreas com aves ocorre principalmente em áreas urbanas (BASTOS, 2000).

Entre as colisões reportadas ao Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos - CENIPA, 51,5% não fornecem nenhum tipo de identificação da ave, 24,9% foram colisões com *Coragyps atratus* (Cathartidae), popularmente conhecido como urubu-de-cabeça-preta, e 8,5% com *Vanellus chilensis* (Charadriidae), popularmente conhecido por quero-quero (SERRANO et al., 2005). Portanto, o estudo da avifauna permite conhecer a diversidade de espécies que habitam a área, visando assim contribuir para o fortalecimento de atividades de preservação e identificação de espécies que têm maior probabilidade de causar colisões aéreas.

Diante dos fatos relatados, os objetivos deste estudo foram identificar as aves

presentes no aeroporto, comparar os relatos nacionais de colisões envolvendo aves com os relatos em Brasília, detectar e sugerir medidas preventivas para o local de estudo.

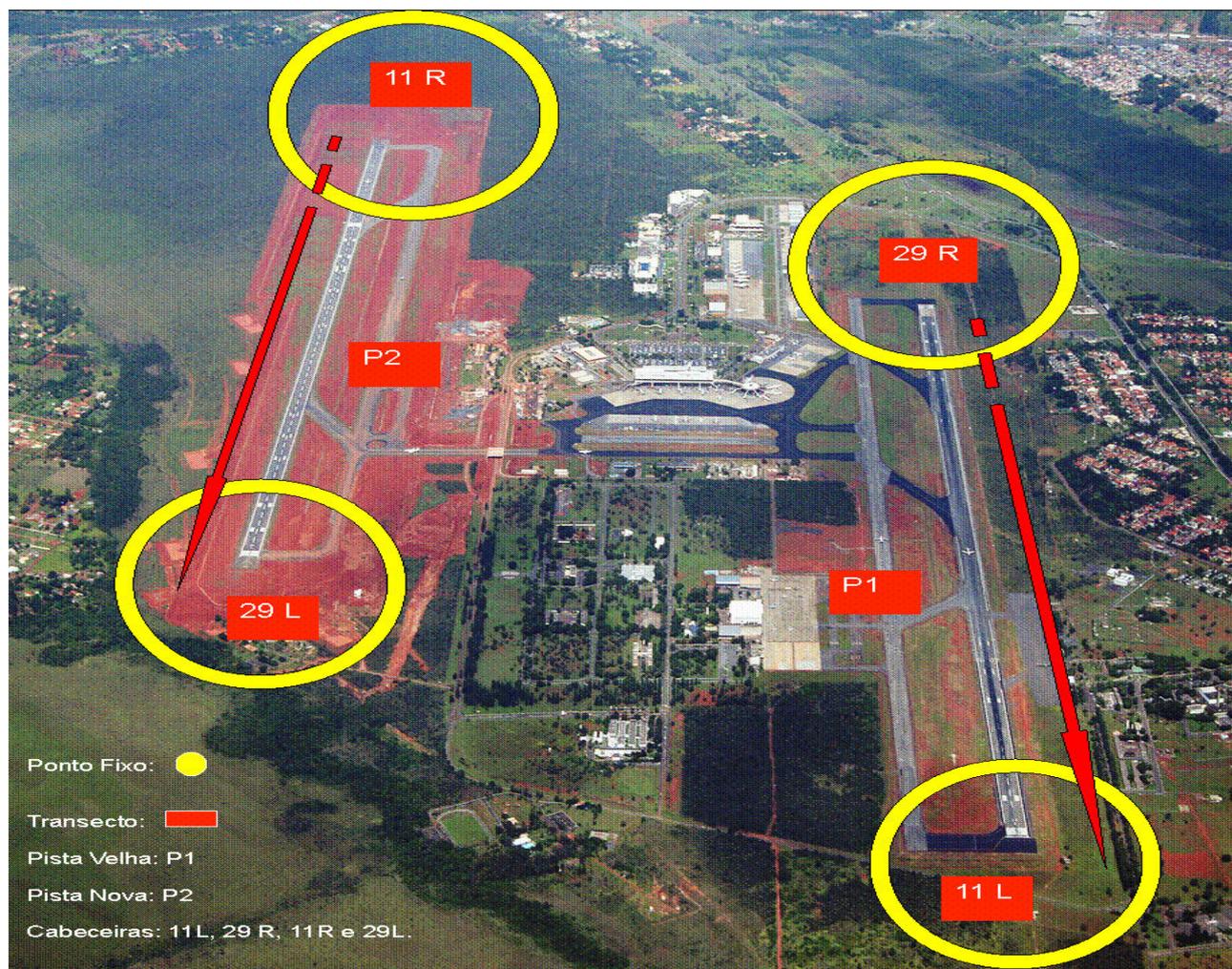


Figura 1. Transectos (setas vermelhas) e pontos fixos (círculos amarelos) utilizados para registrar aves no estudo da avifauna do Aeroporto de Brasília (2009).

## 2 MÉTODOS

### 2.1 Área de estudo

O estudo foi realizado no período entre agosto e outubro de 2009, no Aeroporto Internacional Presidente Juscelino Kubitschek, localizado a 12 km do centro de Brasília, em coordenadas 15°51'44" S e 47°54'44" W. O Aeroporto de Brasília é o terceiro em movimentação de passageiros e aeronaves do Brasil. Por sua localização estratégica, é considerado “hub” da aviação civil, ou seja, ponto de conexão para destinos em todo o País. Com isso, a movimentação de pousos e decolagens é intensa. Para atender a esta demanda, em dezembro de 2005, foi inaugurada a segunda pista de pousos e decolagens, que ampliou a capacidade operacional do aeroporto para 555 mil pousos e

decolagens por ano (INFRAERO - Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária). O aeroporto dispõe de duas pistas (Fig. 1), sendo uma com 3.200 m (pista velha (P1), com cabeceiras 11L e 29R) e outra com 3.300 m (pista nova (P2), com cabeceiras 11R e 29L), uma área total 28.930.835 m<sup>2</sup>, sendo que 24.307 m<sup>2</sup> são de área coberta. A área descoberta em volta do sítio aeroportuário é composta por fitofisionomias típicas do Cerrado com predominância do campo sujo e campo limpo, que comporta várias espécies de aves. Estas espécies de aves têm causado problemas constantes para aeronaves por causa de colisões.

## 2.2 Relatórios de colisões

Os relatórios e as planilhas com as taxas de colisões foram fornecidas pelo CENIPA, permitindo assim gerar gráficos das colisões.

As colisões aéreas envolvendo aves no Aeroporto de Brasília foram comparadas aos índices de colisões em outros aeroportos e foram considerados os potenciais de risco, sendo observados os principais métodos de controle utilizados no sítio aeroportuário e as principais causas das ocorrências. Os dados secundários foram obtidos na literatura referente ao tema.

## 2.3 Estudo da avifauna

Para o levantamento da avifauna no sítio aeroportuário foram realizados censos das espécies de aves, por dois métodos de amostragem, transectos em movimento e pontos parados (BIBBY et al., 1993).

Para melhor visualização e identificação das aves foram utilizados binóculos Sakura Zoom Lentes Ruby Max Lumen 10x90x50 Spy e guia de aves brasileiras de Frisch e Frisch (2005). Quando não identificadas imediatamente, as aves foram registradas em fotografias, utilizando-se máquina digital (oito mega pixels, zoom 8x) para posterior identificação. Além das aves amostradas, foram também observadas as áreas de pouso, descanso e/ou reprodução, bem como quaisquer potenciais focos de atração das mesmas.

O estudo ocorreu principalmente nas proximidades da pista e cabeceiras, pois devido a resultados prévios, a maioria das colisões de aeronaves com aves ocorrem nas imediações dos aeroportos, sendo que 78% abaixo de 1000 pés AGL (acima do nível do solo) (FAA, 2000 – Federal Aviation Administration), e a maior incidência das colisões

ocorrem durante as fases de pouso, aproximação e decolagem. Porém estudos num raio de 20 km dentro da ASA (Área de Segurança Aeroportuária) são recomendados (Conselho Nacional do meio Ambiente, 1995).

Com as aves registradas, foi elaborado o grau de risco de acordo com a matriz de risco da fauna (Tab. 1), sendo atribuído pontos de 0 a 3, que escalonam cada espécie em quatro níveis de risco levando em consideração: abundância, tamanho/peso, tempo de permanência, registro anterior, comportamento, formação de bando e altura de voo. O somatório dos pontos mostrados na coluna grau de risco (Tab. 2) classifica as aves por sua probabilidade de ocasionar um acidente aéreo (CENIPA, 2009).

Nos transectos (Fig. 1) foram observados e anotados os registros visuais ou auditivos de todas as aves que se localizaram até 100 m de raio a partir do observador. O deslocamento do observador foi de aproximadamente 5 km/h fazendo-se alternância do sentido da caminhada.

No censo por ponto (Fig. 1) foram utilizados quatro pontos amostrais fixos situados nas extremidades das pistas do aeroporto (cabeceiras). Nesses pontos foram registradas todas as aves avistadas e escutadas durante 10 min. As aves que foram registradas estavam localizadas no máximo a 50 m de raio a partir do observador.

As observações por transecto e por ponto tiveram a periodicidade de duas visitas semanais, e duas vezes ao dia no período das 06h30 às 10h00 e das 15h30 às 18h00.

Os dados registrados foram: espécie, local, tipo de registro (avistamento, vocalização), abundância, características físicas e comportamentais de cada espécie. Com isso, foram identificadas as espécies de aves presentes na área de estudo, inferindo aquelas que possuem maior probabilidade de causar colisões aéreas, de acordo com o grau de risco. Além disso, foram identificados focos de atração de aves ao local estudado.

### **3 RESULTADOS**

Entre os meses de agosto e outubro foram registradas 5.072 aves, pertencentes a 43 espécies de 23 famílias e 13 ordens (Tab. 2). A ordem mais comum foi Passeriformes com 15 espécies e, em menor proporção, as ordens dos Caprimulgiformes, Cathartiformes, Charadriiformes e Gruiformes representados somente por uma espécie de cada. Nove espécies foram registradas em todas as cabeceiras (Tab. 2), sendo que a pista nova (P2) apresentou maior riqueza, totalizando 70% das espécies amostradas.

Foram registradas, dentre as espécies amostradas, as famílias Caprimulgidae e Strigidae, que possuem hábitos noturnos (Tab. 2), oferecendo riscos de colisões aéreas noturnas.

No entanto, nove das espécies, apesar de serem comuns no bioma Cerrado e em ambientes urbanos, impulsionadas por fatores biológicos e ambientais (migratórios), locomovem-se pelo sítio aeroportuário de acordo com a oferta que o ambiente oferece para garantir sua sobrevivência. Foram as seguintes espécies: *Egretta thula* (MOLINA, 1782), *Elanus leucurus* (VIEILLOT, 1818), *Falco femoralis* (TEMMINCK, 1822), *Guiraguira* (GMELIN, 1788), *Patagioenas picazuro* (TEMMINCK, 1813), *Turdus amaurochalinus* (CABANIS, 1850), *Turdus rufiventris* (VIEILLOT, 1818), *Tyrannus savana* (VIEILLOT, 1808) e *Zenaida auriculata* (DES MURS, 1847).

As três espécies mais abundantes neste estudo foram o quero-quero, (*Vanellus chilensis* (MOLINA, 1782)), com 39,46% do total, o carcará, (*Caracara plancus* (MILLER, 1777)), com 17,82% e a coruja-buraqueira, *Athene cunicularia* (MOLINA, 1782) com 6,84% das aves amostradas (Tab. 2; Fig. 2). Dentre todas as espécies registradas, as que apresentaram alto risco de causar colisões, de acordo com a matriz de risco da fauna (Tab. 1) foram o carcará (*Caracara plancus*) com 18 pontos, o quero-quero (*Vanellus chilensis*) com 17 pontos e o urubu-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*) (BECHSTEIN, 1793) com 16 pontos (Fig. 3).

Além das áreas típicas do Cerrado observadas próximas às pistas de aviação, alguns pontos foram classificados como foco de atração para aves. Dentre estes pontos, os mais comuns foram presença de solo exposto, vegetação alta e não tratada (Fig. 4), grande quantidade de aglomerados de terras e resíduos utilizados na construção de cupinzeiros (Fig. 5). Estes locais podem ser utilizados durante o forrageamento das aves.

As espécies registradas, de acordo com seus hábitos alimentares, estão distribuídas da seguinte forma: 19 são carnívoras, 18 são insetívoras, 7 são granívoras e frugívoras (SICK, 1997).

No Brasil, 4.861 colisões entre aeronaves e aves foram reportados ao CENIPA entre 2000 e 2009 (Fig. 6B). No aeroporto de Brasília, ocorreram 171 relatos (Fig. 6A) e em mais de 59% desses relatos não houve a identificação da espécie de ave envolvida na colisão. Dentre as aves identificadas em Brasília, o quero-quero foi a mais abundante com 24 relatos.

O principal método utilizado para afugentar aves no aeroporto de Brasília, no caso de aglomeração na pista, são fogos de artifício que produzem sons artificiais durante as explosões de pólvora, também conhecidos como foguetes pirotécnicos.

Tabela 1. Tabela da matriz de risco da fauna (Fonte: CENIPA).

Nível	Abundância (média diária)	Tamanho peso	Tempo de Permanência	Registro anterior	Comportamento	Formação de bandos	Altura de voo	Grau de risco
3	ABUNDANTE ( > 50 indivíduos )	MUITO GRANDE > 1,5 kg	PERMANENTE acima de 90% do tempo de observação	Incidentes no aeroporto	voos ativos e em térmicas no aeródromo	GRANDES > 20 indivíduos	Até 30 metros	ALTO RISCO de 16 a 24 pontos
2	COMUM (de 20 a 50 indivíduos)	GRANDE 0,75 a 1,5 kg	FREQUENTE de 60% a 90 % do tempo de observação	Incidentes na Literatura	voos curtos e ativos no aeródromo	MÉDIOS de 5 a 20 indivíduos	de 31 a 150 metros	MÉDIO RISCO de 11 a 15 pontos
1	POUCO COMUM (de 10 a 20 indivíduos)	MÉDIO 0,25 a 0,7 kg	TRANSITÓRIO de 30% a 60% do tempo de observação	Sem incidentes	empoleirados ou forrageando nas áreas verdes	PEQUENOS 3 a 5 indivíduos	Acima de 150 metros	BAIXO RISCO de 6 a 10 pontos
0	RARO ( < 10 indivíduos )	PEQUENO < 0,25 kg	PASSAGEM de 1% a 30% do tempo de observação		voos curtos e empoleirados nas edificações	SOLITÁRIOS ou DUPLAS		RISCO NULO de 1 a 5 pontos

Tabela 2. Relação das espécies registradas na área do aeroporto de Brasília entre agosto e outubro de 2009.<sup>1</sup> Cabeceiras (11L, 11R, 29L e 29R).<sup>2</sup> Matriz de risco da fauna.

Família e Espécie	Nome Comum	Local de Registro <sup>1</sup>	Grau de Risco <sup>2</sup>	Abundância
<b>Accipitridae Vigors, 1824</b>				
<i>Elanus leucurus</i> (Vieillot, 1818)	Gavião-peneira	11R, 29L	6	6
<i>Gampsonyx swainsonii</i> (Vigors, 1825)	Gaviãozinho	29R	7	5
<i>Harpyhaciaetus coronatus</i> (Vieillot, 1817)	Águia-cinzenta	11R	8	12
<i>Heterospizias meridionalis</i> (Latham, 1790)	Gavião-caboclo	11R	8	11
<i>Rupornis magnirostris</i> (Gmelin, 1788)	Gavião-carijó	11R	7	11
<b>Ardeidae Leach, 1820</b>				
<i>Egretta thula</i> (Molina, 1782)	Garça-branca-pequena	11R, 29L, 29R	11	17
<i>Syrigma sibilatrix</i> (temminck, 1824)	Maria-faceira	11L, 11R, 29L	14	330
<b>Caprimulgidae Vigors, 1825</b>				
<i>Hydropsalis torquata</i> (Gmelin, 1789)	Bacurau-tesoura	11R	5	4
<b>Cariamidae Bonaparte, 1850</b>				
<i>Cariama cristata</i> (Linnaeus, 1766)	Seriema	11L, 11R, 29L, 29R	11	24
<b>Cathartidae Lafresnaye, 1839</b>				
<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1793)	Urubu-de-cabeça-preta	11L, 11R, 29L, 29R	16	187

Família e Espécie	Nome Comum	Local de Registro <sup>1</sup>	Grau de Risco <sup>2</sup>	Abundância
<b>Charadriidae Leach, 1820</b>				
<i>Vanellus chilensis</i> (Molina, 1782)	Quero-quero	11L, 11R, 29L, 29R	17	2001
<b>Columbidae Leach, 1820</b>				
<i>Columbina squammata</i> (Lesson, 1831)	Fogo-apagou	11L	8	15
<i>Columbina talpacoti</i> (Temminck, 1811)	Rolinha-roxa	11L, 11R, 29L, 29R	10	93
<i>Patagioenas picazuro</i> (Temminck, 1813)	Pombão, Asa branca	11L, 29L, 29R	12	157
<i>Zenaida auriculata</i> (Des Murs, 1847)	Pomba-de-bando	11L, 11R, 29L	11	20
<b>Corvidae Leach, 1820</b>				
<i>Cyanocorax cristatellus</i> (Temminck, 1823)	Gralha-do-campo	11R	7	11
<b>Cuculidae Leach, 1820</b>				
<i>Guira guira</i> (Gmelin, 1788)	Anu-branco	29L, 29R	8	42
<i>Smooth-billed</i> (Linnaeus, 1750)	Anu-preto	29L	8	51
<i>Piaya cayana</i> (Linnaeus, 1766)	Alma-de-gato	11L, 29L	6	9
<b>Emberizidae Vigors, 1825</b>				
<i>Volatinia jacarina</i> (Linnaeus, 1825)	Tziu	11R, 29L	8	45
<b>Falconidae Leach, 1820</b>				
<i>Caracara plancus</i> (Miler, 1777)	Carcará	11L, 11R, 29L, 29R	18	904
<i>Falco femoralis</i> (Temminck, 1822)	Falcão-de-coleira	11L	9	3
<i>Falco sparverius</i> (Linnaeus, 1758)	Quiriquiri	11L	8	8
<b>Furnaridae Gray, 1840</b>				
<i>Furnarius rufus</i> (Gmelin, 1788)	João-de-barro	29R	7	7
<b>Mimidae Bonaparte, 1853</b>				
<i>Mimus saturninus</i> (Lichtenstein, 1823)	Primavera	11L, 11R, 29L, 29R	12	144
<b>Passeridae Rafinesque, 1815</b>				
<i>Passer domesticus</i> (Linnaeus, 1758)	Pardal	11L, 29L, 29R	8	55
<b>Picidae Leach, 1820</b>				
<i>Colaptes campestris</i> (Vieillot, 1818)	Pica-pau-do-campo	29R	10	38
<b>Psittacidae Rafinesque, 1815</b>				
<i>Aratinga aurea</i> (Gmelin, 1788)	Periquito-rei	11L	6	14
<i>Forpus xanthopterygius</i> (Spix, 1824)	Tuim	11L, 11R, 29R	6	16
<b>Ramphastidae Vigors, 1825</b>				
<i>Ramphastos toco</i> (Statius Muller, 1776)	Tucano-toco	11L, 29L	7	12
<b>Strigidae Leach, 1820</b>				
<i>Athene cunicularia</i> (Molina, 1782)	Coruja-buraqueira	11L, 11R, 29L, 29R	14	347
<i>Rhinoptynx clamator</i> (Vieillot, 1808)	Coruja-orelhuda	11L, 11R	8	6
<i>Asio stygius</i> (Wagler, 1832)	Mocho-diabo	29L	9	2
<b>Thraupidae Cabanis, 1847</b>				
<i>Traupis sayaca</i> (Linnaeus, 1766)	Sanhaçu-cinzento	11L, 29R	6	18
<b>Threskiornithidae Poche, 1904</b>				
<i>Theristicus caudatus</i> (Boddaert, 1783)	Curicaca	11L, 11R, 29L, 29R	14	115
<b>Troglodytidae Swainson, 1831</b>				
<i>Troglodytes musculus</i> (Naumann, 1823)	Corruíra	11R	4	6
<b>Turdidae Rafinesque, 1815</b>				
<i>Turdus albicollis</i> (Vieillot, 1818)	Sabiá-coleira	29R	4	3
<i>Turdus amaurochalinus</i> (Cabanis, 1850)	Sabiá-poca	11L	4	6
<i>Turdus leucomelas</i> (Vieillot, 1818)	Sabiá-barranco	29R	4	4
<i>Turdus rufiventris</i> (Vieillot, 1818)	Sabiá-laranjeira	11L, 29R	4	40
<b>Tyrannidae Vigors, 1823</b>				
<i>Philohydor lictor</i> (Lichtenstein, 1823)	Bentevizinho-do-brejo	11L, 29L, 29R	5	10
<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	Bem-te-vi	11L, 11R, 29L, 29R	4	91
<i>Tyrannus savana</i> (Vieillot, 1808)	Tesourinha	11R, 29L	11	111

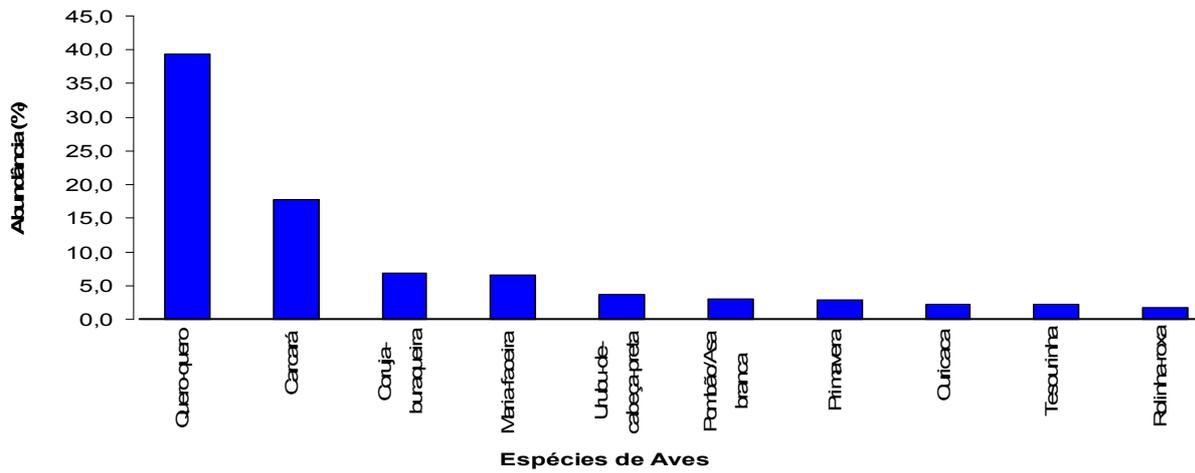


Figura 2. Gráfico da abundância das espécies de aves (Aeroporto de Brasília entre agosto e outubro de 2009).

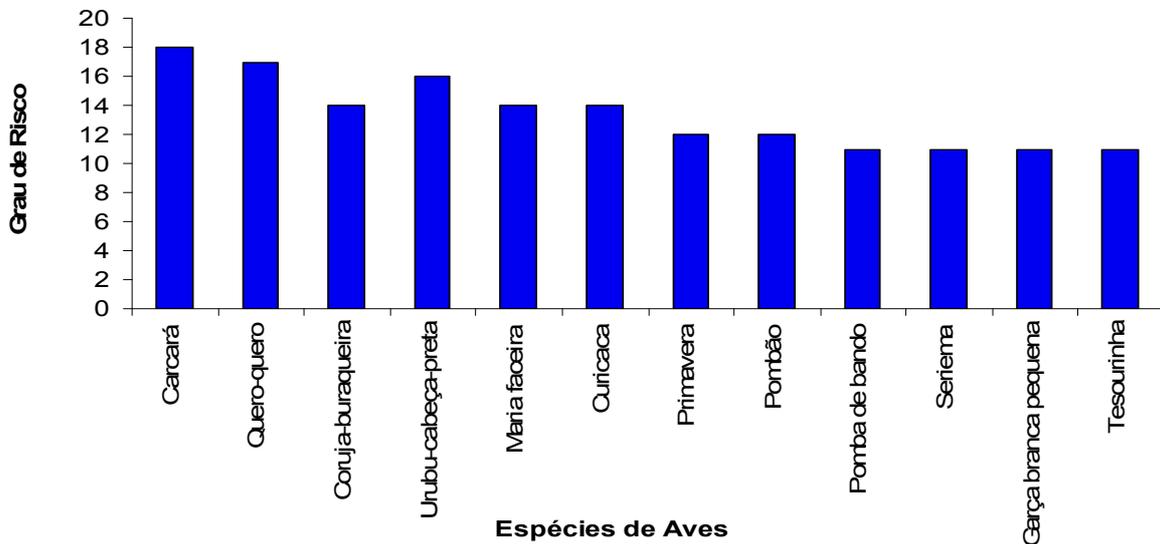


Figura 3. Gráfico do grau de risco entre espécies de aves amostradas (Aeroporto de Brasília entre agosto e outubro de 2009).



Figura 4. Vegetação alta escondendo uma *Cariama cristata* (Seriema). Foto de Daniele Brand.



Figura 5. Utilização do Cupinzeiro como fonte de alimento por *Vanellus chilensis* (quero-quero). Foto de Flávio Guedes.

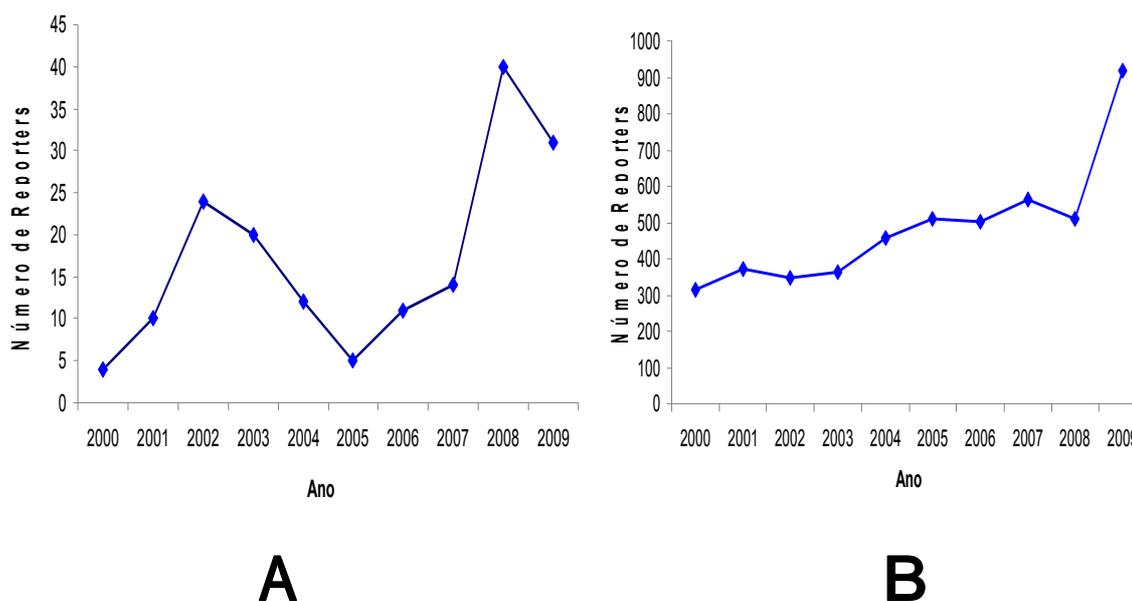


Figura 6. Gráfico A representa o número de colisões entre aeronaves e aves ocorridos em Brasília e o gráfico B representa o número de colisões entre aeronaves e aves ocorridos no Brasil reportados ao CENIPA entre 2000 e 2009.

#### 4 DISCUSSÃO

O número de aves nas proximidades do Aeroporto de Brasília nos permitiu classificar a área de entorno onde se localiza as pistas como área de risco para a aviação. Uma vez que, com alta abundância de aves e uma grande intensidade de movimentação de pousos e decolagens as chances de colisões aumentam, o que podem vir a causar prejuízos operacionais e financeiros, acidentes aeronáuticos que possam gerar lesões ou perdas de vidas humanas, sendo indispensável a preocupação das autoridades com o tema (CENIPA, 2002).

O ecossistema de um sítio aeroportuário sempre terá as aves próprias da região em que está localizado, porém os conhecimentos prévios dos hábitos e habitats naturais de cada espécie são importantes para as medidas de prevenção de colisões (NASCIMENTO, 1998). A utilização de processos de modificação ambiental poderá reduzir os atrativos para as aves, e, desta forma minimizar ou eliminar o risco de ocorrerem colisões envolvendo aves e aeronaves (SOUZA, 2001).

Algumas características da área maximizam as chances de atração das aves para as proximidades do aeroporto, como a vegetação alta e não tratada propicia a proliferação de insetos que, conseqüentemente, atraem aves que se alimentam destes no caso das aves insetívoras. A vegetação alta também facilita a construção de ninhos por aves que se beneficiam por esconder os ninhos e pela proximidade do

local onde busca alimento. Estes ninhos colaboram com o aumento na população de roedores e répteis que atraem as aves carnívoras (SERRANO et al., 2005).

O *quero-quero* (*Vanellus chilensis*) por ser espécie gregária, oferece maior risco de colisões com aeronaves (BENCKE, 2001), sua abundância e a predominância de aves insetívoras é um indicador que o ambiente oferece alimento em abundância. Além disso, o solo exposto propicia às aves como o *quero-quero* encontrarem alimento no solo. Recomenda-se utilizar gramíneas ou cascalho grosso nas áreas de solo exposto, corte de vegetação e a limpeza das áreas próximas as pistas. Assim, o manejo adequado dessas áreas poderá contribuir para a redução de algumas espécies presentes nos aeroportos (PORTO et al., 2007).

O carcará (*Caracara plancus*) de acordo com suas características e hábitos apresenta maior risco de colisão com aeronave no Aeroporto de Brasília (Tab. 1). Eles geralmente são atraídos por presas (pequenos mamíferos, répteis e anfíbios), utilizadas como alimento (SICK, 1997). Além da facilidade de forrageamento próximo à pista, um dos fatores que contribui para a presença dessas aves nas proximidades das pistas é a grande diminuição de áreas verdes (habitat natural) (PORTO et al., 2007). Essas fragmentações de habitats têm levado inúmeras espécies, inclusive os falcônídeos a buscar novas áreas de forrageamento. Para evitar o aumento populacional dessas espécies e mantê-las fora de riscos de colisões com aeronaves, devem-se fazer monitoramentos constantes não só de sua população, mas também verificar a presença de possíveis presas nas proximidades do aeródromo que estejam os atraindo. Uma possibilidade seria cercar o aeródromo, fazendo uma barreira entre a área verde e a pista, para impedir que animais utilizados como presas por aves possam invadir as pistas e, assim atrair seus predadores (SOUZA, 2001).

No início da utilização, a técnica para afugentar aves através de fogos de artifícios mostra-se eficientes (FAA, 2000), porém funciona em um curto intervalo de tempo, pois no início os artifícios sonoros realmente assustam as aves, mas com a utilização frequente faz com que as aves se acostumem a eles. Isso faz com que essa técnica perca o fator surpresa e diminui a resposta das aves (SOUZA, 2001). O comportamento natural das aves durante o uso da técnica de afugentar é alçar voo, caso esta técnica seja utilizada no momento de aproximação, pouso ou decolagem das aeronaves, poderia aumentar as chances de colisões. Nesses momentos, a

melhor opção é deixar as aves no solo até que se complete a operação, diminuindo as chances de choque no momento que elas alcem voo.

Recomenda-se também, como experiência, o uso de artifícios visuais de dissuasão que incluem, entre outros, a utilização de bandeirolas, luzes e modelos de aves com forma de aves de rapina (SOUZA, 2001). Contudo, podem-se alcançar resultados razoáveis, sobretudo combinados a outros dispositivos de afugentamento. As aves visitantes ou migratórias são mais fáceis de serem espantadas, devido ao pouco tempo de permanência, que não permite que elas se acostumem a tais procedimentos. Mesmo que tenha sido utilizada uma combinação entre artifícios visuais e sonoros, a prática tem demonstrado que as aves residentes continuarão a ser um problema, pois ao longo do tempo elas se acostumarão com essas técnicas (SOUZA, 2001).

As espécies que sazonalmente realizam movimentos de ida e volta, ou seja, migratórias, também devem ser estudadas (BENCKE, 2001), pois apresentam características que variam de uma ave para outra, e resultados de trabalhos como estes indicam as rotas e períodos do ano que estas espécies transitórias visitam o aeroporto, bem como entender os fatores atrativos para essas aves (SOUZA, 2001).

Os gráficos das colisões reportadas ao CENIPA mostram que o Aeroporto de Brasília acompanha a situação nacional de colisões entre aves e aeronaves. O número elevado de reportes a partir de 2008 deve-se ao fato de uma maior conscientização por parte dos pilotos, devido ao aumento da divulgação e dos trabalhos envolvidos com o tema perigo aviário.

O estudo da avifauna local torna-se imprescindível na elaboração do mapa de risco e identificação das possíveis espécies que possam vir a colidir contra uma aeronave. Sugere-se a divulgação, aos pilotos de aeronaves e aos profissionais que trabalham no sítio aeroportuário, a lista de aves que oferecem maior risco com suas respectivas características físicas e fotos, a fim de ajudar quando vier a ser reportado ao CENIPA.

## **5 CONCLUSÃO**

Com 70% das aves amostradas, a pista nova (P2), deve ter uma atenção especial e exige um bom planejamento no que diz respeito ao processo de ordenamento ambiental.

Nesse aeroporto, em relação ao grau de risco, a espécie que mais oferece

risco de colisões com aeronaves é o carcará (*Caracara plancus*), no entanto, o quero-quero (*Vanellus chilensis*) foi a espécie mais abundante da área.

O conhecimento prévio dos hábitos e habitats naturais de cada espécie permite medidas de prevenção de colisões, já que dispositivos de afugentamento são eficazes apenas por um breve período em função das aves se acostumarem com esses dispositivos. A utilização de processos de modificação ambiental em locais de atração poderá reduzir seus atrativos para as aves, e desta forma minimizar ou eliminar o risco de ocorrerem colisões envolvendo aves e aeronaves.

Ainda não há um mecanismo eficaz com capacidade para resolver em definitivo este problema, mas alguns métodos são capazes de diminuir as ocorrências, isto é, estudos sobre o perigo aviário deverão ser sempre empregados nos aeroportos.

## AGRADECIMENTOS

À Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (INFRAERO) pela autorização dos estudos na área do Aeroporto, ao Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA) pelos dados de taxas de colisões e dados estatísticos de acidentes aéreos com aves e à Orientadora Dra. Luciana Vieira de Paiva pela paciência, dedicação e tempo dispensado a este estudo.

## REFERÊNCIAS

- ALLAN, J. **Bird Strikes as a hazard to aircraft: a changing but predictable and manageable threat.** United Kingdom: International Bird Strike Committee. Central Science Laboratory, 2000.
- BASTOS, L. C. Brazilian avian hazard control program: educational initiatives. International Bird Strike Committee. **Proceedings of 25th International Bird Strike Committee meeting.** International Bird Strike Committee, 17–20 April 2000, Amsterdam, Netherlands. 2000.
- BENCKE, G. A. Lista de referência das aves do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul. **Publicações avulsas FZB**, n.10. 2001.
- BIBBY, C. J.; BURGESS, N. D.; HILL, D. A. Bird census techniques. London, Academic Press, . 1993.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **Estatísticas totais do perigo fauna 2008 – 2009.** Disponível em: <[http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/paginas/estatisticas/perigo\\_aviario\\_2009.pdf](http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/paginas/estatisticas/perigo_aviario_2009.pdf)>. Acesso em: 12 dez. 2009.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **Avaliação do risco de acidente aeronáutico provocado por colisão com aves na área do entorno do aeroporto de Natal. RN.** Brasil, 2002.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 4. Cria a Área de Segurança Aeroportuária (ASA) e proíbe a implantação de atividades de natureza perigosa.** Brasil, 1995.
- CLEARY, E. C.; DOLBEER, R. A. **Wildlife hazard management at airports: a manual for airport personnel.** 2. ed. Washington, D.C.: Federal Aviation Administration, Office of Airport Safety and Standards, 2005.

COMITÊ BRASILEIRO DE REGISTROS ORNITOLÓGICOS. **Lista de aves do Brasil**: versão 9/8/2009. Disponível em: <<http://www.cbro.org.br>>. Acesso em: 12 dez. 2009.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION (Estados Unidos). Disponível em:<<http://www.faa.gov>> Acesso em: 08 nov. 2009.

FRISCH, J. D.; FRISCH, C. D. **Aves brasileiras e plantas que as atraem**. 3.ed. São Paulo. 2005.

GUIMARÃES, M. **Armadilha paradigmática na educação ambiental**. São Paulo: Cortez. 2006.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. Conservation of Brazilian Cerrado. **Conservation Biology**. 19:707-713. 2005.

MARINI, M. A.; GARCIA, F. I. Conservação de aves no Brasil. **Megadiversidade**, 1:95-102. 2005.

NASCIMENTO, I. L. S. **Levantamento da avifauna dos aeroportos no Brasil**. Brasília: Centro de pesquisa para a conservação das aves silvestres, Ibama,1998.

ORGANIZACIÓN DE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL. **Manual de servicios de aeropuertos**: Bird Control and Reducion. (Doc 9137 NA/898) 3.ed. Cairo, Egito, 1991.

PEREIRA, J. C. **Perigo aviário diante da conexão dos direitos ambientais e aeronáuticos**. 2008. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gestão da Aviação Civil) - Centro de Formação de Recursos Humanos em Transportes, Universidade de Brasília.

PESSOA, J. A.; TSCHÁ, E. R.; PEDROSA, M. X. Controle do Perigo Aviário Causado por Aves com Adoção de Medidas Mitigadoras. **Congresso da Sober** . Recife: UFRPE, 2006.

PORTO, P. M.; LIBERMAN, B.; PROCHNOW, T. R. **Manejo da vegetação para redução do perigo aviário para habitats campestres no Aeroporto Salgado Filho**. Porto Alegre. 2007.

SERRANO, I. L. et. al. Diagnóstico da situação nacional de colisões de aves com aeronaves. **Ornithologia**, 1: 93-104, 2005.

SICK, H. **Ornitologia Brasileira**. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1997.

SOUZA, C.A.F. **Procedimentos de Gestão Ambiental em Aeroportos**. 2001. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gestão da Aviação Civil) - Centro de Formação de Recursos Humanos em Transportes, Universidade de Brasília.

## **AVIFAUNA RELATED TO THE RISK OF BIRD-STRIKE AT THE PRESIDENT JUSCELINO KUBITSCHEK INTERNATIONAL AIRPORT, BRASÍLIA – BRAZIL**

**ABSTRACT:** The incidence of collisions between birds and aircraft tends to increase with urban growth. The damage caused by these collisions involves human and material aspects. With the purpose of determining the situation in Brasilia, a survey of the birds was conducted in 2009 at the Brasilia International Airport. The objectives of the study were to identify the birds in the airport area, to compare the national bird-strike reports with those reports from Brasilia, to detect and suggest preventative measures for this area. The censuses conducted in the areas near the runways indicated that at Brasilia Airport, the lapwing (*Vanellus chilensis* (MOLINA, 1782)) was the most abundant species, but the species that offered the greatest risk of collisions was the caracara (*Caracara plancus* (MILLER, 1777)). Points of attraction concerning these birds were detected in the region, such as foraging areas, termitaria and areas of grown vegetation used as nesting and hiding places. Preventative measures, such as bird scaring methods in critical situations, were suggested.

**KEYWORDS:** Birds. Aviation. Collisions. Bird Strike.