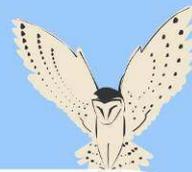


CONEXÃO SIPAER



Revista Científica de Segurança de Voo

R. Conex. SIPAER, v. 2, n. 3, jul/ago 2011.



Compromisso com a Vida



Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos

Conexão SIPAER

A Revista Conexão SIPAER é uma publicação científica periódica, editada eletronicamente pelo Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos com o objetivo de promover a disseminação da informação técnico-científica produzida por pesquisadores e profissionais da área da ciência aeronáutica e ciências afins voltada para a segurança de voo, com foco nas atividades de investigação e prevenção de acidentes aeronáuticos.

Endereço postal

Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos - CENIPA
SHIS - QI 05 - Área Especial 12
VI COMAR - Lago Sul
Brasília - DF
BRAZIL
CEP:71.615-600

Contato

Telefone: +55(61)3364-8846
Fax: +55(61)3364-8800
E-mail: conexaosipaer@cenipa.aer.mil.br

WEBPAGE

<http://inseer.ibict.br/sipaer/index.php/sipaer/index>

O conteúdo e as opiniões expressas nos textos publicados são de inteira responsabilidade de seus autores. O periódico terá direitos autorais reservados sobre os trabalhos publicados sendo permitida a reprodução ou transcrição com a devida citação da fonte.

Nenhum conceito emitido deve ser utilizado diretamente na atividade aérea caso contrarie legislação, regulamentação ou manual de voo emitido ou certificado por autoridade competente.

EXPEDIENTE

DIRETOR

Brig Ar Carlos Alberto da Conceição

EDITOR CIENTÍFICO

Maj Av Felipe Koeller Rodrigues Vieira

EDITORA GERENTE

Ten Bib Ana Izabel Batista da Silva

CONSELHO CIENTÍFICO

Pareceristas desta edição:

Andrés Serrano

Claudio Olany Alencar Oliveira

Eder Henriqson

Eduardo Barrios

Elones Fernandes Ribeiro

Flavio Antonio Coimbra Mendonça

Henrique Rubens Balta de Oliveira

Leandro Augusto Lemos Franco

Luiz Antonio Cauduro Sosa

Márcia Fajer

Márcia Regina Molinari Barreto

Marcus Pessoa

Nicélio José Lourenço

Nilton Cícero Alves

Selma Leal de Oliveira Ribeiro

Raquel Damasceno Gomes Sigaud

Caetano

Roberto Stolt

Romildo Moreira

Vanessa Vieira Dias

Weber Galvão Novaes

Demais membros dos Conselhos

Editorial e Científico disponíveis em:

<http://inseer.ibict.br/sipaer/index.php>

[/sipaer/about/editorialTeam](http://sipaer/about/editorialTeam)

REVISÃO DE TEXTO

Luiz Nelson Marcelino Dias

Luiz Serra

CAPA

Flávio Ferreira dos Santos

SPAA do V COMAR (foto da capa)

EDITORIAL

Prezados leitores,

Este encontro nas páginas eletrônicas da Conexão SIPAER tem o objetivo de propor aos pesquisadores da segurança de voo no País a reflexão sobre um tema que, alguns podem julgar secundário, mas é crucial para o bom andamento das atividades de prevenção e investigação de acidentes aeronáuticos: a padronização e a simplificação da nomenclatura em uso.

Toda área do saber possui e preserva seu campo lexical específico. A agregação de vocábulos é bem-vinda, mas a substituição pode ser catastrófica. Por conta disso, o que propomos aqui é o estabelecimento de termos mais simples e de maior significação para a segurança de voo, e a fixação desses termos, numa recusa a qualquer alteração sem embasamento teórico.

Perderam-se força e precisão quando se decidiu trocar o termo “segurança de voo” por “segurança operacional”. Esta última expressão, por sua abrangência, até pode incluir a segurança de voo, mas até que isso ocorra, o cérebro já deu inúmeras voltas em busca de um sentido familiar. Operacionalidade é tudo o que tem a ver com o ato de operar. E esse ato vai de contas matemáticas, passa pela medicina e até chega à aviação, mas não está intimamente ligado a ela.

Por que escolher um termo tão amplo, se existe uma expressão original e específica? Qual o ganho em substituir Segurança de Voo por Segurança Operacional? Podem até criticar o termo Segurança de Voo remetendo-o aos ambientalistas, numa campanha de proteção às aves. Mas não será pior do que confundir com a operação de uma máquina de escrever, por exemplo. Aves

ainda têm relação com aeronáutica, seja na atividade imitativa do voo, seja no gerenciamento do risco aviário.

Não somos radicalmente contra substituições. Até defendemos a tradução de termos estrangeiros, a fim de facilitar a compreensão e a difusão das ideias de prevenção de acidentes aeronáuticos. Por exemplo, nos Cursos de Segurança de Voo, ensinamos o que é F.O.D., cujas palavras formadoras da sigla estão originalmente em inglês: *Foreign Object Damage*. Seria muito mais produtora – até do ponto de vista social, visto que a língua estrangeira ainda é fator de exclusão – ensinar o termo de forma traduzida: Dano por Objeto Estranho (DOE).

Acompanhando a evolução da atividade de prevenção de acidentes aeronáuticos, termos foram trocados e com sucesso, embora tenham causado certo desconforto no começo, porque a troca de um nome costuma presumir a troca da essência. Relatório de Perigo (RelPer) foi substituído por Relatório de Prevenção (RelPrev), para suavizar um alarme e mostrar no próprio nome qual é o objetivo do relato.

A linguagem constrói ideias, valores e conhecimentos. Além disso, como disse Platão, a linguagem pode ser “remédio, veneno e máscara.” Por isso, defendemos um termo simples, direto, difundido no passado e portador de menos ambiguidade: Segurança de Voo. Se convencionarmos isso, a expressão e a ação decorrente dela farão mais sentido para toda a comunidade aeronáutica brasileira.

Saudações SIPAER!

Brig Ar Carlos Alberto da Conceição ¹

Chefe do CENIPA

¹ Oficial General da Força Aérea Brasileira. Realizou Curso de Formação de Oficiais Aviadores (AFA), Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais (EAOAR), Curso Superior de Comando e Estado-Maior (ECEMAR), Curso de Preparação de Instrutores, Curso de Segurança de Voo (CENIPA), Curso de Sistema de Gestão da Qualidade, Curso de Auditoria Interna, International Flight Safety Officer (Universidade do Sul da Califórnia), Jet Engine Mishap Investigation Course, Advanced Aircraft Accident Investigation Course (NTSB), On the Job Training (USAF), Curso de Política e Estratégia Aeroespaciais (UNIFA), MBA – Executivo em Gestão Administrativa e Estratégica (UFF), Curso Básico da Língua Chinesa - Mandarim (UNB). Atual Chefe do Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos e Diretor da Revista Conexão SIPAER. chefia@cenipa.aer.mil.br

SUMÁRIO

<u>EDITORIAL</u>	(1-2)
<i>Brig Ar Carlos Alberto da Conceição</i>	
A FALHA HUMANA NO AMBIENTE DA MANUTENÇÃO	(4-8)
<i>Jocelyn Santos dos Reis</i>	
<u>ARTIGOS CIENTÍFICOS</u>	
A FICHA CENIPA 15 E AS ATIVIDADES DE PREVENÇÃO DO RISCO AVIÁRIO	(9-55)
<i>Flavio Antonio Coimbra Mendonça</i>	
A ATUAÇÃO DO BIÓLOGO NO GERENCIAMENTO DO RISCO AVIÁRIO EM AEROPORTOS	(56-72)
<i>Flávio Leôncio Guedes</i>	
GERENCIAMENTO DA SEGURANÇA OPERACIONAL NA AVIAÇÃO: EM DIREÇÃO AO SISTEMA INTEGRADO DE GESTÃO	(73-101)
<i>George Christian Linhares</i>	
PROPOSTA DE UMA METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DO RISCO QUANDO DA EXECUÇÃO DE OBRAS DO LADO AR DE AERÓDROMOS	(102-112)
<i>Giovano Palma</i>	
CONTROLE DE TRÁFEGO AÉREO: PANORAMA ATUAL E PERSPECTIVAS	(113-129)
<i>Gustavo Borges Basílio, Robson Carlos, Maria Terezinha Pavan, Roberto Márciodos Santos, Donizeti de Andrade</i>	
O ERRO NO CONTROLE DE TRÁFEGO AÉREO: UMA ABORDAGEM CIENTÍFICA	(130-146)
<i>Vagner Gomes Venancio</i>	
ANÁLISE DOS PARÂMETROS ATUAIS DE CLASSIFICAÇÃO DE UAV PARA APLICAÇÃO CIVIL	(147-160)
<i>Carla Tognoli Contreras, Carla Idalice Laurentino Ronconi, Diego Victor Rodriguez, Adriano Carlos Canolla, Edmundo Heuser</i>	
FATORES HUMANOS CONTRIBUINTES PARA OCORRÊNCIAS DE ACIDENTES NAS OPERAÇÕES OFFSHORE	(161-170)
<i>Oswaldo da Silva Junior, Rogerio Possi Junior, Andre Luis Moraes da Silva, Jonata Correa Vargas, Rodrigo Jorge Cherem, Emerson Maciel Correa</i>	
A <i>SURVIVABILITY</i> (SOBREVIVÊNCIA) DE HELICÓPTEROS COMO UM DOS FATORES PREPONDERANTES NA AVIAÇÃO DE SEGURANÇA PÚBLICA DO BRASIL	(171-189)
<i>Milton Kern Pinto</i>	
A INFLUÊNCIA NO MERCADO E NA SEGURANÇA OPERACIONAL DA IMPLANTAÇÃO DE REQUISITOS ESPECÍFICOS RELATIVOS À INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA DE PEQUENO PORTE NO BRASIL	(190-202)
<i>Daniel Alves da Cunha</i>	
<u>ESTUDO DE CASO</u>	
DIAGNÓSTICO DE RIESGO AVIARIO EN UN AERÓDROMO DE UN ÁREA MEGADIVERSA DE PERÚ	(203-227)
<i>Germán Marateo, Pablo Grilli, Vanina Ferretti, Nancy Bouzas</i>	
<u>INICIAÇÃO CIENTÍFICA</u>	
ANÁLISE DA FORÇA ISOMÉTRICA DE CADETES DA FORÇA AÉREA BRASILEIRA EM SIMULADOR DE FORÇA DA AERONAVE EMB-312 T-27	(228-237)
<i>Thiago Augusto Rochetti Bezerra, Antônio Carlos Shimano, Irineu Callegari</i>	

A FALHA HUMANA NO AMBIENTE DA MANUTENÇÃO

Jocelyn Santos Reis ¹

Artigo convidado para publicação em 29/07/2011.

RESUMO: É apresentada uma breve análise do perigo que representa a falha humana no ambiente de manutenção de aeronaves. É feita uma comparação entre três locais de trabalho, a saber, a cabine de comando, a torre de controle e o hangar de manutenção, chamando a atenção para uma memória da ação nesses três lugares. A seguir, é feito um comentário sobre características dos erros ativos e latente, apontando as falhas ainda praticadas por operadores e mantenedores. O artigo é concluído com a afirmação de que, juntamente com a disseminação da educação de prevenção de acidentes aeronáuticos, faz-se necessária menos tolerância com as recorrentes não conformidades praticadas na comunidade aeronáutica.

PALAVRAS-CHAVE: Consciência Situacional. Erro Humano. Manutenção.

Imagine a seguinte cena: você, um operador muito experiente, tendo em seu currículo algumas centenas de horas de vôo, entra no hangar de manutenção da empresa que o contratou há alguns meses. É a primeira vez que você o faz por estar sempre voando, cumprindo uma missão ou efetuando um “recheck”. Sentindo-se um pouco fora do seu “habitat”, depara com um quadro que transmite ao seu corpo um rápido calafrio. Uma aeronave que você voara na semana passada está apoiada por três macacos, sem o trem de pouso principal, sem um dos motores e, com várias “janelas de inspeção” abertas. Com um ar de preocupação, você observa que numa grande bandeja metálica colocada no chão sob a aeronave, jaz uma peça que parece ser uma bomba de combustível. A bandeja contém combustível que pinga de uma abertura sob a fuselagem e o cheiro é forte. Você observa diversos fios e cabos soltos, vários mecânicos andando “pra lá e pra cá”, tendo como uma sonoplastia de fundo o barulho ensurdecido de um banco de

¹ Ten Cel Especialista em Aviões, trabalhou como gerente de manutenção de aeronaves. Ingressou no SIPAER” em 1987 e desde 1997 é instrutor de Segurança de Vôo para Fator Operacional – Manutenção. Atualmente, presta serviço na Divisão de Formação e Aperfeiçoamento do CENIPA. jsantosreis77@gmail.com

teste hidráulico ligado o tempo todo. Acabrunhado, mentalmente você pergunta a si mesmo: -será que esta “coisa” vai voar de novo? E quando estiver tudo pronto, tudo “carenado”, será que não ficou algo errado lá dentro?

Geralmente as grandes aeronaves, os “big jets” e aeronaves menores bem aparelhadas, são dotadas de alguns equipamentos de gravação. Falamos do “Flight Data Recorder” e do “Cockpit Voice Recorder”. Estes gravadores registram todas as ações (e comunicações) dos operadores, desde o acionamento dos motores na partida, até o corte dos mesmos após o pouso final.

Quando falamos de aviação, vôo e correlatos, existem três “recintos” muito especiais onde um erro, um descuido, pode, em poucos minutos ou em muito mais tempo, levar a um acidente com fatalidades. São eles: a cabine de comando, a torre de controle e o hangar de manutenção; do menor para o maior, do menos “povoado” para o que requer um número maior de profissionais.

O primeiro, a cabine de comando (local onde trabalha o profissional mais “vigiado” que se sabe) é um ambiente onde qualquer falha ou comando equivocado pode, em curtíssimo tempo contribuir para um grave acidente. As “caixas-pretas” (FDR e CVR) registram tudo, havendo uma memória das ações dos tripulantes até o momento do erro. É o ERRO ATIVO com suas funestas conseqüências.

Segundo, a torre de controle, é outro local de trabalho onde a máxima concentração é requerida, pois uma ordem errada ou um contato não respondido, pode por em perigo dezenas de vidas a bordo das aeronaves sob vigilância. Toda comunicação torre/aeronave, aeronave/torre é gravada o tempo todo, 24 horas por dia. Mais uma vez, há uma memória das ações da equipe de controladores de tráfego aéreo.

Como exemplos de acidentes relativos aos dois ambientes já citados, que deixaram cicatrizes indeléveis na memória da comunidade aeronáutica, podemos citar o vôo Varig 254 (Marabá/Belém – proa errada e “pane seca”) e o terrível acidente com os dois Jumbos em Tenerife (KLM e PanAm) que gerou centenas de óbitos, sendo lembrado como o maior acidente aeronáutico de todos os tempos.

Mas, e o terceiro ambiente, o hangar de manutenção?

No início destas considerações, você, mentalmente o “adentrou” e sentiu alguns calafrios. Entendendo que o ERRO LATENTE na maioria das vezes não gera conseqüências imediatas, você fica imaginando uma possível falha do mecânico “fulano” ao frenar incorretamente o pino do batente da “perna de força” direita, ou se ele não colocou o filtro da “Shut-Off Valve, ou ainda, se o mecânico “ beltrano” regulou e travou corretamente a haste de acionamento do “FCU”.

Algumas falhas de manutenção não se evidenciam na primeira decolagem, nas primeiras horas de voo ou no primeiro pouso após uma revisão. O fato não desejável só vai se “concretizar” semanas mais tarde, dependendo do item ou itens trabalhados. E o pior: não existe NENHUM GRAVADOR que registre por vídeo ou por áudio a execução dos trabalhos de manutenção que consumiram muitos homens/hora. Por mais que você conheça a capacidade dos mecânicos e inspetores, você não se sentirá totalmente tranquilo, sabendo que o fator humano está sempre presente e, neste caso, a falha latente, que demora para produzir seus efeitos muitas vezes trágicos.

Um exemplo de falha neste terceiro ambiente é o caso do acidente ocorrido com um DC-10 da United Airlines, voo 232 em Sioux City, EUA, em julho de 1989. A comissão de investigação concluiu que o fator decisivo para a ocorrência do acidente foi um procedimento incorreto na inspeção dos motores 17 meses antes do acidente, que culminou com uma falha num disco de turbina de um dos motores.

Então, **o que fazer para minimizar a possibilidade da ocorrência de uma falha latente na manutenção?** Caro leitor, segundo o engenheiro Paulo R. Serra com mais de 30 anos de experiência em aviação,

“a segurança de voo é montada em cima de um tripé cujas pernas são: a integridade do produto, a integridade operacional e a integridade da manutenção. A missão da perna **manutenção** é preservar seu intrínseco nível de segurança – aquele característico do projeto -, evitando que o desgaste decorrente do uso diário, o envelhecimento e a obsolescência do material comprometam a segurança de voo.”

Por ter a oportunidade de trabalhar no CENIPA e ser integrante da família SIPAER desde 1987, e analisando os fatores contribuintes em diversos acidentes, cheguei à triste constatação de que a “perna” manutenção não é tratada com o profissionalismo que requer e merece. **Quais são as não conformidades estarrecedoras que ainda vemos hoje?** Mecânicos não homologados (sem curso da aeronave e respectivos sistemas), serviços executados por oficinas não homologadas pela autoridade aeronáutica competente, emprego de materiais não certificados para uso em motores aeronáuticos (ex: mangueiras de jardim! acredite se quiser!), uso de equipamentos improvisados, terceirização de serviços para oficinas não homologadas, acidentes gravíssimos dentro de hangares de manutenção por não uso de EPI ou ferramenta padrão, etc.

Respondendo a pergunta do início do parágrafo acima, temos uma solução com três procedimentos em sequência: **educar, fiscalizar e punir se for necessário**. Com relação a educação, é recomendado a elaboração e a execução de um bom Programa de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos, com eventos adequados e periódicos, totalmente voltados para os mantenedores, e ainda a implantação do MRM (Gerenciamento dos Recursos de Manutenção) fazendo com que sempre mantenham em alta uma perfeita “consciência situacional” com relação aos trabalhos de manutenção. Este PPAA abrangeria todos os aspectos críticos dos diversos trabalhos nas aeronaves, como também, análises de falhas de manutenção ocorridas com outros operadores. Os operadores, com a devida assessoria, são os principais responsáveis pela implantação de uma mentalidade de prevenção contra falhas, embora **os erros sempre tragam ensinamentos, mesmo tardiamente**.

É mais do que necessário que haja uma mudança de atitude daqueles que gerenciam a atividade aérea, no que diz respeito à “perna” Manutenção, caso contrário o tripé que sustenta a Segurança de Voo da empresa ou organização militar, cairá por terra, com as nefastas conseqüências já presenciadas tantas vezes.

Quanto às ações de fiscalização e punição, acredito ser obrigação das autoridades competentes. Afinal, creio não existir mais hoje, uma “inocente

ignorância” quanto às responsabilidades dos operadores no que diz respeito às suas ações relativas à **perfeita manutenção** das suas aeronaves. Penso ser prudente não entrar nesta área, onde os índices de acidentes e graves ocorrências, sempre crescentes, “clamam” por providências urgentes por quem de direito. Muitos órfãos e viúvas (os) agradeceriam eternamente.

HUMAN FAILURE IN THE AERONAUTICAL MAINTENANCE ENVIRONMENT

ABSTRACT: Is presented a short analysis of the hazard represented by human failure in the aeronautical maintenance environment. It makes a comparison between three workplaces, namely, the cockpit, the control tower and the maintenance hangar, drawing attention to the recording of actions in those three places. Then, a comment is made on the characteristics of both active and latent errors, also pointing out some discrepancies still practiced by a number of operators and mechanics. The work concludes by stating that, in addition to educating the aeronautical community, a less tolerant treatment is necessary when dealing with recurrent non-conformities.

KEYWORDS: Human Error. Maintenance. Situational Awareness

A FICHA CENIPA 15 E AS ATIVIDADES DE PREVENÇÃO DO RISCO AVIÁRIO

Flavio Antonio Coimbra Mendonça ¹

Artigo submetido em 06/06/2011.

Aceito para publicação em 22/07/2011.

RESUMO: Este trabalho tem como objetivo analisar como a ficha CENIPA 15 influencia as atividades de prevenção de acidentes e incidentes aeronáuticos relacionados ao risco aviário. A partir deste objetivo, desenvolveu-se uma pesquisa exploratória que começou com uma revisão dos conceitos de Teorias de Segurança de Voo que dão suporte às atividades de prevenção de acidentes e que são aplicáveis ao uso da ficha CENIPA 15. Na sequência houve uma contextualização do risco aviário, focalizando no que prevê a legislação brasileira em relação ao tema e ainda nas atividades voltadas ao seu controle. Em seguida delineou-se a metodologia empregada, que caracterizou este trabalho, de acordo com os procedimentos técnicos utilizados, como pesquisa documental e bibliográfica. A partir da revisão literária, foram identificados os pontos convergentes da ficha CENIPA 15 com as atividades de gerenciamento do risco aviário. Estes elementos foram investigados qualitativamente à luz das teorias pesquisadas. Com este estudo evidenciou-se que os dados fornecidos através da ficha CENIPA 15 são fundamentais às atividades de prevenção de acidentes e incidentes aeronáuticos relacionados ao risco aviário.

PALAVRAS-CHAVE: Ficha CENIPA 15. Risco Aviário. Teorias de Segurança de Voo.

1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos milênios o homem tem se inspirado com a beleza das aves sua habilidade de voar. As aves dominaram os céus há mais de 150 milhões de anos, enquanto o homem começou a conquista dos céus com o voo do 14-BIS, realizado por Santos Dumont em 23 de outubro de 1906. Desde então o risco de colisão entre aves e aeronaves se tornou uma realidade (CLEARY; DOLBEER, 2005).

¹ Curso de Segurança de Vôo no CENIPA - 1996; Curso de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos no Instituto Francês de Segurança de Vôo Aerienne - 2004; Curso de Investigação de Acidentes Aeronáuticos na Universidade do Sul da Califórnia - 2006; Mestrado em Segurança de Vôo na Universidade Central do Missouri - 2007/2009; Coordenador da Comissão de Controle do Perigo Aviário no Brasil - 2003/2007; Coordenador do Comitê CARSAMPAF de Prevenção do Perigo Aviário e Fauna - 2003/2007. fcoi@terra.com.br

O primeiro acidente aeronáutico fatal relacionado ao perigo aviário ocorreu em 03 de abril de 1912, quando o piloto norte-americano Calbraith Rodgers colidiu com uma ave ao realizar um voo no estado da Califórnia, nos Estados Unidos. Desde 1960 mais de 125 aeronaves foram destruídas e 262 pessoas morreram ao redor do mundo em acidentes envolvendo aves e aeronaves (THORPE, 2008).

Colisões com aves representam o tipo de ocorrência que mais afetam a frota de aeronaves militares brasileiras, tendo contribuído para a fatalidade de um tripulante em 1962, a perda de um caça F-5 em 1975, de um F-103 em 1986, e de um AT-26 em 2006. Em 1984, o Tenente Aviador Glauco, do Primeiro Grupo de Aviação de Caça, realizando missão de treinamento de navegação à baixa altura em uma aeronave F-5, foi atingido por um urubu-de-cabeça-preta (*Coragyps Atratus*), o que lhe causou a perda total da visão. Atualmente o referido oficial participa ativamente de projetos de prevenção do perigo aviário (BRASIL, 2011b).

De acordo com o Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA), nos últimos dez anos foram reportadas 4.994 colisões entre aves e aeronaves. Em 2010 foram 966, das quais 9,3% envolveram equipamentos da Força Aérea Brasileira (BRASIL, 2011b).

Colisões entre aves e aeronaves também afetam a aviação civil brasileira. Em 2003 uma aeronave MD-11 da Varig colidiu com urubus a aproximadamente 15 milhas náuticas do aeroporto internacional de Guarulhos (SBGR), em São Paulo. Dois motores foram danificados, com a perda total de um deles. Apesar disso a tripulação pousou com segurança após alijar combustível².

Os custos diretos decorrentes do risco aviário para a aviação comercial brasileira superam seis milhões de dólares anuais. Para a Força Aérea Brasileira (FAB), além dos prejuízos materiais, existem também os operacionais, visto que há casos em que aeronaves, na grande maioria, de caça, passaram mais de dois anos

² Os custos totais deste acidente ultrapassaram dois milhões de dólares e a aeronave ficou indisponível por aproximadamente uma semana (CENIPA, 2005).

indisponíveis após acidentes envolvendo aves, e outro em que tripulantes se feriram gravemente após a colisão (MENDONÇA, 2008).

Os riscos relacionados a este tipo de ocorrência não podem ser totalmente eliminados, e nem todas as atividades de prevenção são economicamente viáveis. O processo de gerenciamento do risco, começando pela identificação dos riscos, permite que profissionais de Segurança de Voo implementem programas voltados à prevenção de acidentes aeronáuticos.

A natureza e magnitude do perigo aviário dependerão de fatores tais como: volume de tráfego aéreo, tipo de aeronaves atingidas, tipos e hábitos das aves, meteorologia, se são animais da área ou em atividades migratórias, se há oferta de alimentos e água, condições de descanso e repouso e condições do habitat local, dentre outros. O gerenciamento deste problema, uma atividade regulada por legislações internacionais, federais e estaduais, e ainda sob a constante supervisão de organizações de defesa do meio ambiente, é uma mistura de arte, técnicas, experiências e ciência (CLEARY; DOLBEER, 2005).

Antes de resolver um problema, ele precisa ser entendido, e o primeiro passo no entendimento do complexo tema risco aviário é a coleta e análise de dados. A ficha CENIPA 15, prevista na Norma Sistêmica do Comando da Aeronáutica 3-11 (NSCA 3-11), de 31 de outubro de 2008, é a ferramenta adequada para a coleta dessas informações. Esta ficha, que funciona como um relatório de prevenção relacionado ao perigo aviário alimenta o banco de dados do CENIPA, é essencial ao sucesso do Plano Básico de Gerenciamento do Risco Aviário (BRASIL, 2011a).

Tendo em vista o seu enfoque proativo e preditivo, e, por consequência, a sua contribuição à Segurança de Voo, o CENIPA recomenda o uso da ficha CENIPA 15, pelas aviações civil e militar brasileiras, nos casos previstos nas Normas do SIPAER (MENDONÇA, 2008).

O objetivo geral deste trabalho é analisar como a ficha CENIPA 15 influencia as atividades de prevenção de acidentes e incidentes aeronáuticos relacionados ao risco aviário. Com o objetivo de construir o pensamento de

maneira gradual, foi necessário levantar-se outros questionamentos que nortearam a obtenção completa da resposta almejada pela questão principal:

a) quais fundamentos teóricos de prevenção de acidentes são aplicáveis ao uso da ficha CENIPA 15?

b) o que prevê a legislação brasileira em relação ao gerenciamento do risco aviário?

c) quais os pontos convergentes e divergentes das atividades de prevenção do risco aviário e da ficha CENIPA 15?

O Decreto nº 69.565, de 19 de novembro de 1971, criou o CENIPA como órgão central do Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SIPAER), cuja missão é planejar, gerenciar, controlar e executar as atividades relacionadas à prevenção e à investigação de acidentes aeronáuticos, tendo ainda como atribuições: planejar, normatizar, orientar, coordenar, controlar e supervisionar as atividades de prevenção de acidentes aeronáuticos envolvendo a infraestrutura aeronáutica brasileira, incluindo, entre outros, a aviação militar, a aviação civil, os operadores brasileiros de aeronaves civis e militares, a infraestrutura aeroportuária brasileira, o controle do espaço aéreo brasileiro, a indústria aeronáutica brasileira e todos os segmentos relacionados (BRASIL, 2011c).

Os resultados desta pesquisa permitirão a produção de informações com base científica a serem utilizadas durante o planejamento das atividades voltadas à prevenção de acidentes e incidentes aeronáuticos na indústria aeronáutica brasileira.

Teorias de prevenção de acidentes foram exploradas visando buscar os fundamentos teóricos que emprestam importância a ficha CENIPA 15 como uma ferramenta de prevenção de acidentes e incidentes aeronáuticos. A Teoria de Prevenção de “Heinrich”, conhecida como “Triângulo de Heinrich” (HEINRICH; GRANNISS, 1959), e a Teoria de Acidentes Organizacionais, de James Reason (REASON, 1997), usadas mundialmente por especialistas em Segurança

Operacional nas atividades de prevenção e investigação de acidentes aeronáuticos, serão usadas como marco teórico deste trabalho.

Heinrich e Granniss (1959) estudaram 5.000 acidentes e identificaram que para cada acidente responsável por mortes ou ferimentos, acontecem centenas de eventos semelhantes em que não há feridos nem mortos. A ideia desta teoria é que situações de perigo sejam controladas bem antes que os casos sem ferimentos evoluam para um acidente com fatalidades e prejuízos materiais.

Segundo Reason (1997), é importante investigar acidentes que causam perdas materiais e/ou mortes, porém este não é considerado o método mais eficiente para se atingir os principais objetivos da Segurança de Voo. Quando iniciativas de prevenção dependem exclusivamente de dados e informações oriundas de investigações de acidentes aeronáuticos, a limitação de não haver muitos exemplos (leia-se acidentes) pode levar a conclusões erradas e ações de prevenção equivocadas.

Visando garantir operações seguras, esquadrões e empresas de aviação devem assegurar que seus profissionais estejam comprometidos e considerem a prevenção de acidentes em todas as atividades no ambiente de trabalho. Esta maneira de pensar e agir se torna tão enraizada que se transforma em uma cultura organizacional, conhecida por “Cultura de Segurança de Voo”. Nesse tipo de instituição os profissionais são treinados e motivados a reportarem situações de risco, conscientes de que a participação ativa de todos é fundamental para a prevenção de acidentes (REASON, 1997, grifo nosso).

2 REVISÃO DA LITERATURA

Sistemas complexos, como aeronaves, tendem a ficar ainda mais complexos, o que por sua vez conduz a um aumento do risco de acidentes (STRAUCH, 2002). De acordo com Perrow (1999), acidentes não acontecem por azar, e sim como consequência de fatores ou falhas múltiplas, todos interconectados, que resultam em um evento inesperado.

Considerando que acidentes aeronáuticos são eventos raros, as consequências que mantêm profissionais de aviação focados na Segurança Operacional não são constantes. A maneira mais eficaz e proativa de se manter o alerta situacional desses profissionais é através de coleta de dados, em tempo hábil, com o objetivo de se adotar medidas que reduzam o risco de acidentes aeronáuticos (LU et al., 2006).

O risco aviário é um problema crescente para a indústria aeronáutica. O avião ganhou um papel importante não só para passageiros e tráfego de carga, mas também em diversas operações militares. Conseqüentemente, colisões entre aeronaves e aves são preocupantes em todo o mundo pelos custos envolvidos, diretos e indiretos, e ainda pela segurança de passageiros e tripulações. O sucesso de operações aéreas militares muitas vezes é comprometido pelo mesmo problema (MENDONÇA, 2009).

Uma razão para o aumento do número de colisões está relacionada ao sucesso de programas de conservação do meio ambiente. Outro motivo é que empresas aéreas estão substituindo aeronaves, com três ou quatro motores, por aeronaves modernas, cujos motores são mais silenciosos e eficientes. Na década de 70, 75% das aeronaves comerciais tinham três ou mais motores, enquanto em 2008 apenas 10% das aeronaves mantiveram essas características. Aumentando o risco do perigo aviário, muitas espécies de aves, como o quero-quero (*Vanellus Chilensis*) ou o pombo doméstico (*Columba Livia*), adaptaram-se a vida agitada das cidades, sendo encontradas dentro de aeroportos e seus entornos (MENDONÇA, 2009).

O número de aeronaves registradas no Brasil cresceu aproximadamente 17,53% nos últimos dez anos. No mundo, cerca de 2,3 milhões de passageiros e 41 milhões de toneladas de carga são transportados anualmente. Esse crescimento do tráfego aéreo também contribuiu para o aumento do número de colisões. (ICAO, 2009).

A redução do risco relacionado às aves depende de inúmeros fatores em um constante ambiente de mudança. A autoridade aeronáutica de aviação civil, as empresas de transporte aéreo, a aviação militar, o CENIPA, e mesmo tripulantes podem fazer importantes contribuições para a prevenção.

Quando esses esforços são coordenados, é possível se perceber um incremento significativo na Segurança de Voo. A magnitude e a dinâmica do problema exigem uma abordagem sistêmica e continuada dos esforços (ICAO, 2009).

2.1 Teorias de Segurança de Voo

Esta seção aborda as principais Teorias de Segurança de Voo que dão suporte as atividades de prevenção de acidentes e incidentes aeronáuticos.

2.1.1 TRIÂNGULO DE HEINRICH

Estudos realizados por cientistas desde o início do século XX buscando entender a dinâmica de acidentes no ambiente das indústrias demonstram que, para cada ocorrência com lesões graves ou fatalidades, classificadas como acidentes, há um grande número de ocorrências e situações de perigo, classificadas como incidentes, em que não houve grande impacto dentro do sistema produtivo.

Heinrich e Granniss (1959), cientistas pioneiros na área de prevenção de acidentes, estudaram 5.000 ocorrências e perceberam que antes de cada acidente havia diversos casos mais leves, interpretados como precursores, que deveriam ser identificados e investigados visando prevenir suas recorrências ou mesmo um acidente.

De acordo com este estudo, publicado na obra *“Industrial Accident Prevention: a scientific approach”*, em 1959, estima-se que para cada 330 acidentes do mesmo tipo envolvendo a mesma pessoa, 300 não causam quaisquer ferimentos, 29 resultam em pequenas lesões, e um em lesões graves ou morte.

Esta razão permitiu que cientistas criassem um “Triângulo” que tem sido usado como uma ferramenta de prevenção de acidentes por especialistas no tema. Conhecido como “Triângulo de Heinrich”, seu significado é que se deve identificar e controlar as situações de perigo bem antes que estas se transformem em acidentes.

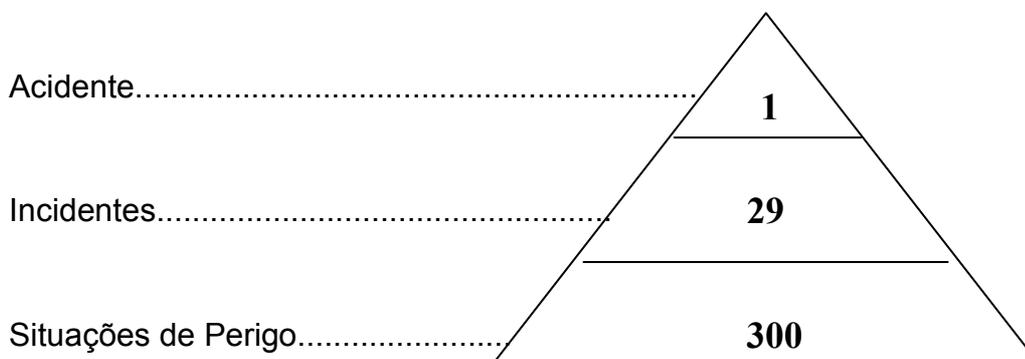


FIGURA 1 - Triângulo de Heinrich.
Fonte: Adaptação de Mendonça (2008, p. 15).

Em 1969, a análise de 1.753.498 ocorrências envolvendo 297 empresas nos Estados Unidos, por Bird e Germain, dois cientistas americanos, conduziu a outra relação entre acidentes e situações de perigo. De acordo com este estudo, para cada acidente fatal, acontecem 10 incidentes graves, 30 incidentes, e 600 situações de perigo (PHIMISTER et al., 2005) . Esta teoria, similar a de Heinrich, ficou conhecida como Teoria da Pirâmide ou *Iceberg*.

Trabalhos diferentes de outros autores citados por Wood (2003) identificaram razões diferentes entre acidentes, incidentes e situações de perigo, mas o principal elemento dessas teorias é que acidentes, incidentes e situações de perigo são semelhantes na maneira em que acontecem, diferenciando-se apenas pelas consequências. Situações de perigo revelam fatores contribuintes de acidentes que devem ser analisados visando à prevenção sem a necessidade de mortes, lesões graves ou danos materiais (WOOD, 2003).

2.1.2 TEORIA DO DOMINÓ

De acordo com esta teoria, também conhecida como Teoria da Sequência ou

da Cadeia de Eventos, o acidente é o resultado natural de uma série de eventos ou circunstâncias que, invariavelmente, ocorrem em sequência lógica. Os fatores que contribuem para a ocorrência podem ser simbolizados por uma sequência de dominós enfileirados.

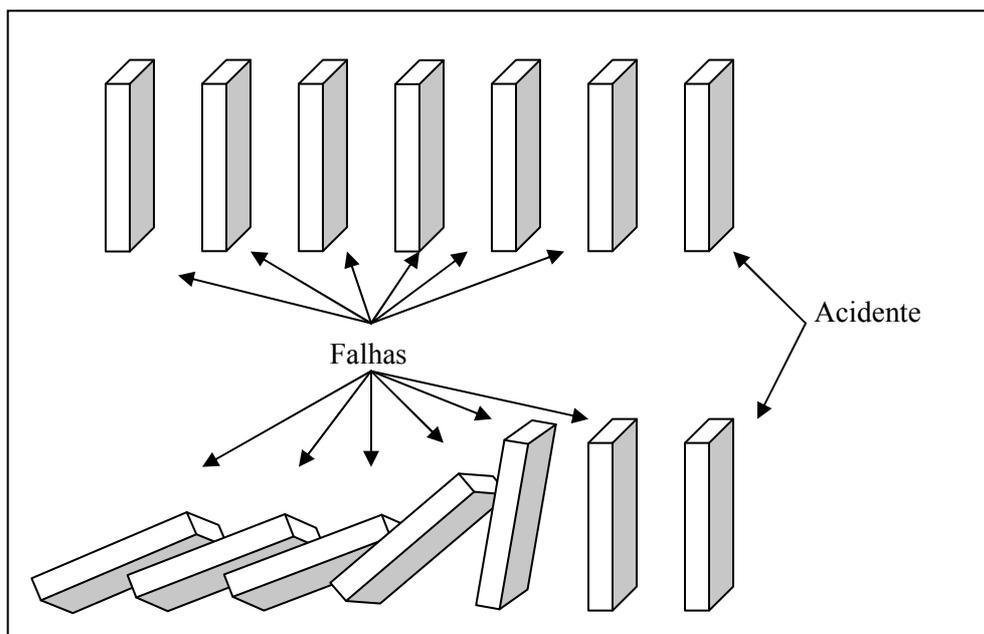


FIGURA 2 - Teoria do Dominó.

Fonte: Adaptação de Lupoli (2006, p. 16).

Se uma falha acontece, o que equivale a queda de uma peça do dominó, outra falha acontecerá, outra peça do dominó também cairá, o que significa que a queda de uma peça do dominó levará indubitavelmente a queda de toda fileira de dominós, quando o acidente se tornará inevitável.

A idéia principal desta teoria é que, tirando-se uma determinada peça do dominó, com uma ação de prevenção, quebra-se a sequência, prevenindo-se o acidente (HEINRICH; GRANNIS, 1959). Esta teoria permite o entendimento do encadeamento de eventos que contribuem para acidentes, sendo uma ferramenta valiosa para auxiliar os investigadores a encontrarem as peças que compõem o histórico do acidente (LIMA, 2007).

2.1.3 TEORIA DOS ACIDENTES ORGANIZACIONAIS

Acidentes organizacionais são eventos comparativamente raros, mas frequentemente catastróficos, que envolvem complexos tecnológicos modernos, dentre os quais plantas nucleares, aeronaves e indústrias petroquímicas. Tais acidentes têm múltiplos fatores contribuintes envolvendo profissionais dos diferentes níveis de suas organizações.

Ainda de acordo com Reason (1997), acidentes organizacionais são eventos difíceis de entender e controlar, que acontecem repentinamente, e trazem consequências desastrosas para as organizações envolvidas.

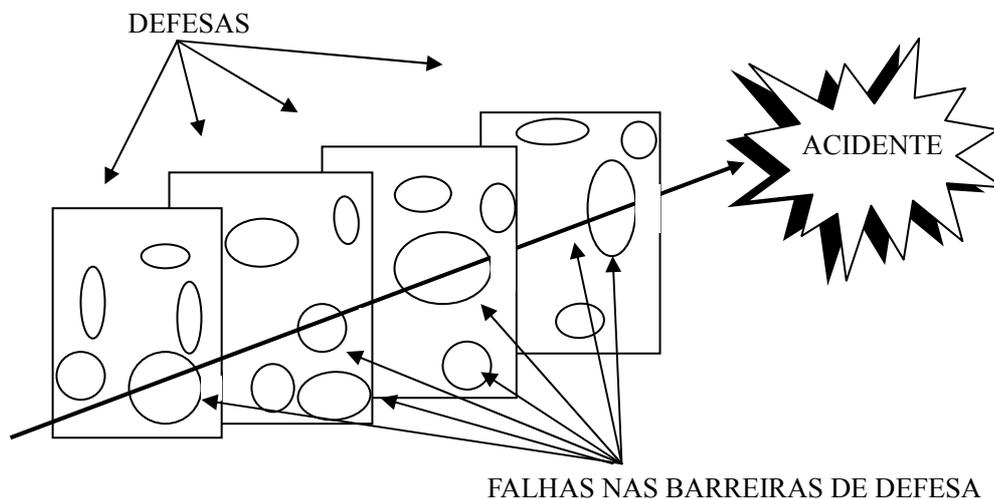


FIGURA 3 - Modelo da Teoria do Queijo Suíço.

Fonte: Adaptação de Lupoli (2006, p. 16).

No seu livro *“Managing the Risks of Organizational Accidents”*, James Reason, professor da Universidade de Manchester, na Inglaterra, apresentou em 1997 um modelo conhecido como “Queijo Suíço” que é recomendado por várias organizações, dentre elas o CENIPA e o *“National Transportation Safety Board (NTSB)”*, quando da investigação de acidentes aeronáuticos, para facilitar o levantamento dos seus fatores contribuintes. O modelo busca o que Reason chama de causas latentes dos acidentes, usualmente condições causadas ou provocadas no nível gerencial da organização.

De acordo com o modelo de Reason (1997), sistemas complexos são protegidos por múltiplas barreiras de defesa para prevenir que situações de perigo se transformem em acidentes. Em um mundo ideal a trajetória do acidente seria interrompida por essas barreiras, infelizmente tais barreiras têm fraquezas e falhas latentes que permitem que fatores de risco se transformem em acidentes aeronáuticos.

Seguindo Reason (1997), para se prevenir a ocorrência de acidentes organizacionais é primordial o desenvolvimento de uma cultura de segurança de voo considerada saudável.

Cultura de Segurança de Voo é o produto de valores, competências e padrões de comportamento individuais e do grupo, que determinam o estilo e o comprometimento da organização com a Segurança Operacional. Instituições com uma cultura de segurança de voo saudável são caracterizadas por comunicações baseadas em confiança mútua, percepções compartilhadas da importância da prevenção de acidentes e pela confiança na eficácia das atividades de prevenção (REASON, 1997, p. 194, tradução nossa).

A cultura de segurança de voo possui quatro componentes: cultura de reporte – profissionais sentem-se motivados para reportar quaisquer situações de risco, sem receios de sofrerem consequências por suas ações e compreendem que essa é a maneira mais simples de participarem das atividades de prevenção; cultura justa – profissionais acreditam que é inaceitável punir erros e atos inseguros independentemente de se considerar os seus fatos causadores e circunstâncias, o que significa que a justiça será aplicada dentro dos limites aceitáveis; cultura flexível – organizações flexíveis possuem uma cultura capaz de se adaptar efetivamente a mudanças e; cultura do aprendizado – a vontade e a competência para receber as informações provenientes dos sistemas de segurança de voo e a motivação para implementar as mudanças quando necessário (REASON, 1997, grifo nosso).

(...) sistemas de Segurança de Voo dependem da participação espontânea dos profissionais da organização, pessoas em contato direto com as situações de perigo. Para alcançar este objetivo, se faz necessário o desenvolvimento de uma cultura de reporte e um ambiente organizacional no qual tais profissionais estão preparados

e motivados para reportar situações de perigo (REASON, 1997, p. 195, tradução nossa).

A Organização de Aviação Civil Internacional (*International Civil Aviation Organization* - ICAO) afirma que em instituições onde existe uma cultura de segurança de voo, todos os profissionais são comprometidos com a Prevenção de Acidentes e, em todos os níveis da organização, consideram o impacto na segurança de voo em tudo que fazem (ICAO, 2009).

A principal ideia desta teoria é que a maneira mais inteligente e eficiente de se manter uma organização focada na prevenção de acidentes é através do desenvolvimento e manutenção de uma cultura de segurança de voo proativa, na qual profissionais de aviação estão capacitados, motivados e entendem a importância para a segurança operacional de se reportar situações de perigo.

2.1.4 TEORIA DO GERENCIAMENTO DO RISCO

O gerenciamento do risco como um conceito tem demonstrado a sua importância para a prevenção de acidentes, em especial de sistemas complexos. De acordo com Vincoli (2006), situações de risco estarão sempre presentes em sistemas e processos complexos.

A ICAO (2009) afirma que a indústria aeronáutica enfrenta uma grande variedade de riscos diariamente, muitos capazes de comprometer a saúde financeira de uma empresa aérea, alguns com potencial de constituírem sérias ameaças a própria indústria. Mas de acordo com o autor, o risco faz parte de quaisquer negócios.

Nem todos os riscos podem ser eliminados, e a mitigação de outros são economicamente inviáveis. Os riscos e os custos inerentes a aviação requerem um processo racional de tomada de decisão (MANUELE, 1997). Neste processo, deve-se considerar a probabilidade e a severidade das possíveis consequências adversas relacionadas à aceitação do risco em relação aos benefícios positivos desta aceitação.

A *Flight Safety Foundation* (FSF) define o processo de gerenciamento do risco como “a identificação, a análise e a eliminação econômica, ou controle a um nível aceitável, dos riscos que podem ameaçar os bens de uma instituição ou a sua capacidade de atingir os objetivos propostos” (FSF, 2002, p. 46, tradução nossa).

O processo de gerenciamento do risco é composto de três fases: identificação da situação de perigo ou risco, análise desta situação, em inglês *risk assessment*, e a mitigação do risco. O primeiro passo neste processo é a identificação de situações de perigo visto que especialistas em Segurança Operacional não podem lidar com fatores desconhecidos (BASTOS, 2005). Estas situações podem ser identificadas de maneira reativa, após acidentes aeronáuticos, ou proativa, através de diversas ferramentas voltadas a prevenção, dentre elas o Relatório de Prevenção.

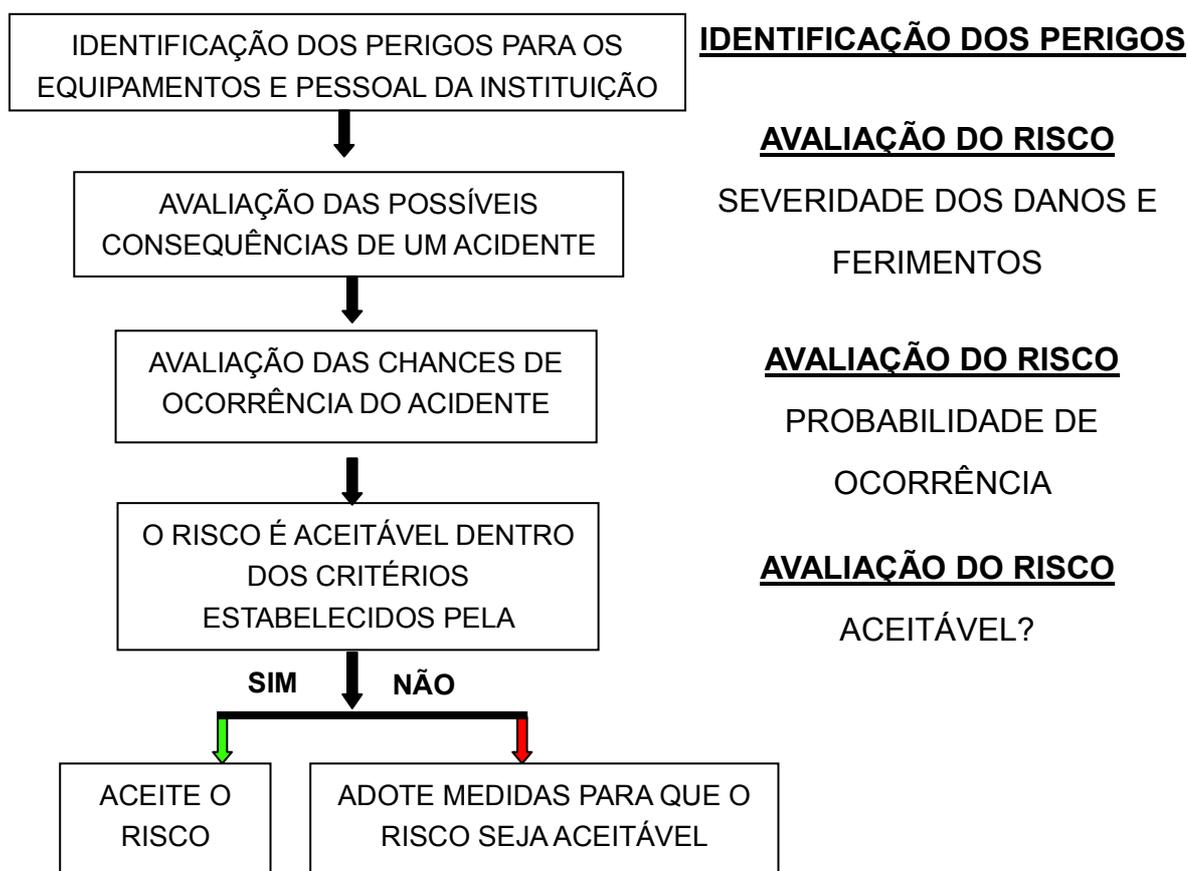


FIGURA 4 - Processo de gerenciamento do risco.

Fonte: Adaptação da ICAO (2006, p. 6.2).

Confirmada a existência de situações de risco, uma análise é necessária para avaliar o potencial de danos e ferimentos. Nesta análise se faz uso de dois parâmetros: a probabilidade e a severidade de quaisquer situações adversas. Alguns autores sugerem ainda a importância de outro fator, a exposição. A probabilidade de um acidente aumenta proporcionalmente ao tempo de exposição à situações de risco (WELLS; RODRIGUES, 2003). Na figura 4 pode-se visualizar um modelo de processo de gerenciamento do risco.

Baseado nesta análise, os riscos são colocados em uma ordem de prioridade. Esta fase é crítica considerando-se os poucos recursos humanos e financeiros disponíveis em esquadrões operacionais e empresas aéreas. As situações de perigo que trazem os maiores riscos devem ser priorizadas. Padrões e critérios devem ser observados quando definindo os riscos aceitáveis e os inaceitáveis.

Na fase de mitigação, o risco deve ser reduzido a um nível considerado aceitável. Neste processo, deve-se considerar o tempo, o custo, e as dificuldades de adotar medidas que reduzam ou eliminem o risco.

Se o risco for considerado inaceitável ou indesejável, medidas de mitigação devem ser consideradas. Quanto maior o risco, maior a urgência dessas medidas. O nível de risco pode ser diminuído a um nível aceitável com a redução da probabilidade e/ou da severidade do risco, ou ainda com a redução da exposição àquela situação de risco (ICAO, 2006, p. 6.8, tradução nossa).

A ICAO (2009) recomenda o uso de uma matriz onde as situações de risco são categorizadas em função da probabilidade e da severidade de um acidente. Este procedimento permite a identificação, avaliação e controle dos fatores de risco presentes na atividade aérea, aumentando a capacidade operacional.

O processo de gerenciamento do risco é usado por operadores militares e civis como uma ferramenta eficaz para a prevenção de acidentes aeronáuticos. O CENIPA, através dos Programas de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (PPAA) e outras ferramentas voltadas à prevenção de acidentes e incidentes aeronáuticos, recomenda o uso, por profissionais das diversas áreas da aviação brasileira, de

medidas e processos de identificação de perigos e gerenciamento do risco em suas operações.

2.2 Risco Aviário

A indústria aeronáutica enfrenta uma gama de situações de perigo diariamente, variando de cinzas vulcânicas e fenômenos meteorológicos a presença de animais em áreas operacionais. Estas situações, que já conduziram a acidentes aeronáuticos, podem comprometer a Segurança de Voo. De acordo com Eschenfelder (2006), o conflito resultante do aumento de populações de aves e da atividade aeronáutica indica que estamos nos distanciando dos níveis considerados aceitáveis para um voo seguro.

A possibilidade de acidentes aeronáuticos decorrentes do perigo aviário tem trazido grandes preocupações à indústria aeronáutica por razões que incluem: o aumento de populações de diversas espécies, a substituição de aeronaves turboélice por aeronaves a jato em empresas de transporte aéreo e na aviação militar, o aumento do tráfego aéreo nos diversos continentes e a inquietação de passageiros cada vez mais informados sobre o tema (CLEARY; DOLBEER, 2005). Acidentes causados pelo risco aviário podem reduzir a confiança de passageiros na segurança da indústria aeronáutica (VASILIS et al, 2005).

2.2.1 FORÇA DE IMPACTO

O cálculo da força de impacto dependerá de diversos fatores, dentre eles: peso, dimensão e densidade da ave; velocidade da aeronave; e ângulo de impacto e área da superfície atingida. Na fórmula $E = M.V^2/S$, uma maneira bastante simplificada de entender a dimensão do problema, a força de impacto “E” é proporcional a massa da ave “M” multiplicado pelo quadrado da velocidade da aeronave “V²”, tudo dividido pela área de impacto “S” (BRASIL, 2005b, grifo nosso).

Para exemplificar, a força de impacto envolvendo a colisão de um urubu-de-

cabeça-preta (*Coragyps Atratus*), cujo peso médio é de 1,5 Kg, e uma aeronave comercial voando a 300 Km/h (aproximação final), pode atingir até sete toneladas (MENDONÇA, 2009). A mesma aeronave voando a 400 *Knots* sofreria uma força de impacto equivalente a 100.000 libras (MACKINNON, 2001). As conseqüências são imprevisíveis, e podem variar entre uma mozza na ponta da asa a um acidente aeronáutico de grandes proporções.

2.2.2 CUSTOS DO RISCO AVIÁRIO

Os custos de operação de empresas de transporte aéreo são altos, a competição é acirrada, e, na maioria das vezes, os lucros são pequenos. Se uma aeronave for atingida por uma ave poderá sofrer danos graves, e mesmo que não haja feridos, uma pequena fortuna pode ser necessária para o seu reparo. Os motores de aeronaves modernas são frágeis e, após a ingestão de uma ave, uma inspeção minuciosa é requerida (LU et al., 2006).

Um dano superficial no primeiro estágio do motor pode requerer o reparo ou a troca de um conjunto das *fan blades*, com algumas horas de indisponibilidade e com um custo significativo. Acredita-se que os custos anuais para a indústria aeronáutica estejam entre um e dois bilhões de dólares (MENDONÇA, 2008).

Em 30 de janeiro de 2004, uma aeronave Airbus A-320 da TAM Linhas Aéreas, quando na aproximação final em Porto Velho, Rondônia, teve o seu motor número um seriamente avariado após colidir com uma ave não identificada. A aeronave ficou indisponível por mais de dez dias. Uma aeronave C-130 da Força Aérea Brasileira transportou um motor, peças de reparo, e profissionais de manutenção do aeroporto de Congonhas, em São Paulo, até Porto Velho. Os custos diretos deste acidente, incluindo o uso da aeronave militar, ultrapassaram 1,2 milhões de dólares (BRASIL, 2005b).

No caso da aviação militar, além dos prejuízos materiais há também os operacionais, dentre eles: indisponibilidade alta, comprometimento da formação

operacional de tripulantes e a perda temporária ou definitiva de profissionais altamente especializados (BRASIL, 2005b).

Para exemplificar, o FAB 5539, uma aeronave A-1 do 1º/10º Grupo de Aviação, sediado na Base Aérea de Santa Maria, colidiu com uma ave quando realizava missão de treinamento de Navegação à Baixa Altura. O piloto, que foi atingido na viseira do capacete, sofreu ferimentos no olho esquerdo que o afastaram do voo por aproximadamente seis meses. Apesar disso pousou com segurança em Foz do Iguaçu, no Paraná. A aeronave ficou indisponível por uma semana, foram gastos 229 homem/hora, e os custos diretos ultrapassaram 2,4 milhões de dólares.



FIGURA 5 - Colisão do FAB 5539 em 12/03/2008.

Fonte: Arquivo pessoal do autor (2010).

Existem basicamente dois tipos de custos associados com o risco aviário: diretos e indiretos. Os custos diretos estão relacionados ao reparo do equipamento e danos a propriedades alheias. Os custos indiretos referem-se aqueles que não são cobertos pelo seguro e são geralmente muito maiores que os diretos (DOLBEER, 2006).

Tais custos não são fáceis de determinar, e podem incluir: traslado de peças de reposição, aeronave e tripulação reservas, danos à reputação da empresa de transporte aéreo, perda do uso do equipamento, perda da produtividade, custos da investigação, problemas judiciais, aumento do valor do seguro e provavelmente o pior de todos, a perda da confiança e credibilidade dos passageiros e/ou clientes.

De acordo com a *Flight Safety Foundation* (2002), os custos indiretos podem exceder em mais de vinte vezes os custos diretos.

2.2.3 PREVENÇÃO DO RISCO AVIÁRIO

A ameaça do risco aviário é universal. As aves não respeitam quaisquer limites do espaço aéreo e dos aeroportos, fase do voo, tipo de aeronave, estação do ano e experiência da tripulação. Apesar disso, a solução passa por todas essas áreas. A redução do risco relacionado às aves depende de inúmeros fatores em um constante ambiente de mudança (DOLBEER, 2007).

A consequência é que o gerenciamento do risco aviário é uma atividade extremamente complexa, visto que são vários os elementos que devem ser considerados quando da elaboração de um Programa de Gerenciamento do Risco Aviário para determinada localidade, aeroporto, esquadrão, ou empresa aérea (DOLBEER, 2007).

De acordo com o Regulamento Brasileiro da Aviação Civil 139 (RBAC 139), os aeroportos certificados devem possuir um Manual de Operações de Aeroporto (MOA). Neste documento deve haver um capítulo dedicado as ações estabelecidas para enfrentar os perigos para as operações de aeronaves decorrentes da presença de aves nos circuitos de voo do aeroporto e animais na área de movimento. O principal objetivo das ações previstas neste manual é a redução dos riscos inerentes à presença de aves e outros animais, dentro e nas proximidades dos aeroportos certificados (ANAC, 2009).

O Conselho Nacional do Meio Ambiente, com a participação ativa do CENIPA, criou a Resolução CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) nº 04, que estabelece a Área de Segurança Aeroportuária (ASA), que compreende um círculo com raio de 20 quilômetros para os aeródromos que operam por instrumentos (*Instrument Flight Rules* - IFR), e 13 quilômetros, para aqueles que

operam apenas em condições visuais (*Visual Flight Rules - VFR*), onde ficou proibida a implantação de qualquer atividade que atraia ou possa vir a atrair aves.

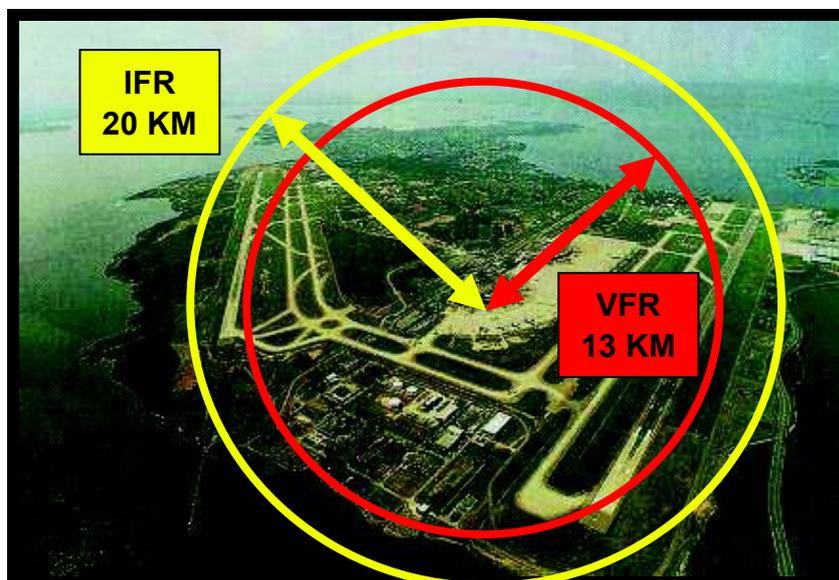


FIGURA 6 - Área de Segurança Aeroportuária.

Fonte: Adaptado de CENIPA (BRASIL, 2005b, p. 25).

A Resolução que criou a ASA foi um importante avanço no trato da questão. Contudo, a maior parte das colisões com aves ocorre nas fases de aproximação, decolagem e pouso, ou seja, dentro ou nas proximidades dos aeródromos. Tal fato confirma que as áreas de entorno dos aeródromos, em sua grande maioria, ainda apresentam deficiências de saneamento básico e hospedam atividades industriais e comerciais que geram resíduos atrativos para aves. Os focos mais comuns de atração de aves são os lixões a céu aberto, os matadouros e as instalações de beneficiamento de pescado (BRASIL, 2005b).

Na prática, a aplicação da Resolução CONAMA nº 04 não tem sido fácil, principalmente porque a redação da norma não aponta responsabilidades nem prevê sanções no caso do seu descumprimento, ou seja, de serem implantados empreendimentos inadequados dentro da ASA (BRASIL, 2005b).

Diante da expansão da atividade aeronáutica no país, da permanente possibilidade de lesões às pessoas e prejuízos decorrentes das colisões com aves e com o aumento da necessidade de aprimoramento das ações voltadas ao

gerenciamento do risco aviário, foi estabelecido o Plano Básico de Gerenciamento do Risco Aviário (PBGRA).

Este Plano, que se aplica às organizações do Comando da Aeronáutica (COMAER), aos órgãos da estrutura da ANAC, aos Administradores Aeroportuários e aos operadores de aeronaves no território brasileiro, visa definir parâmetros para as análises de implantação de empreendimentos e atividades com potencial de atração de aves, na Área de Gerenciamento do Risco Aviário (AGRA) dos aeródromos brasileiros, bem como, estabelecer a estrutura de coleta de informações e seu fluxo, a fim de permitir a avaliação do risco imposto pela presença de aves nos aeródromos inclusos na Lista de Aeródromos Prioritários para o Gerenciamento do Risco Aviário (LAPGRA), possibilitando a adoção de ações para a sua redução ao menor índice praticável (BRASIL, 2011a).

Atualmente está em tramitação no Congresso Nacional “o Projeto de Lei da Câmara nº 74, de 2009 (PL nº 4.464, de 2004, na origem)”, que estabelece medidas para o controle da avifauna nas imediações de aeródromos. Esta lei pretende definir regras que visam à redução do risco de acidentes e incidentes aeronáuticos decorrentes da colisão de aeronaves com aves nas imediações de aeródromos.

A ICAO recomenda no seu Anexo 14 que, quando identificado o risco aviário em determinado aeroporto, a autoridade apropriada deve adotar procedimentos para a redução da presença de aves dentro ou no entorno do aeródromo. Recomenda ainda que os Estados signatários da Organização estabeleçam um procedimento nacional para se efetuar os reportes de risco aviário e, ainda, um banco de dados no qual as informações desses reportes sejam inseridas (ICAO, 2004).

As informações contidas neste banco de dados nacional devem ser encaminhadas anualmente à ICAO para inclusão no banco de dados IBIS (*ICAO BIRD Strike Information System*). O IBIS foi concebido para armazenar informações relacionadas ao perigo aviário e para desenvolver ações de prevenção. O CENIPA é

a organização responsável pelo gerenciamento do banco de dados brasileiro e ainda pelo envio das informações à ICAO.

A ICAO considera que as informações fornecidas através de fichas de reporte de risco aviário são essenciais para o entendimento e busca de soluções para o problema. A falta de dados é vista com preocupação porque compromete a segurança operacional da indústria aeronáutica (RAO; PIÑOS, 2003).

A Ficha CENIPA 15, prevista na NSCA 3-11, tem por objetivo informar ao SIPAER o acontecimento de evento que, potencialmente, seja de interesse do Sistema, de modo a permitir a adoção oportuna dos procedimentos pertinentes. Visa, ainda, alimentar um banco de dados gerenciado pelo CENIPA, cujas informações servem de suporte ao estabelecimento de ações de prevenção, em especial aquelas estabelecidas nos Programas de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos desenvolvidos pelo CENIPA e empresas de aviação. O seu preenchimento pode ser realizado através da página do CENIPA, na *internet*, por qualquer pessoa que deseje reportar situações de risco aviário. Apesar da importância do seu preenchimento para a segurança operacional, estima-se que apenas 20% das colisões sejam reportadas ao CENIPA (BRASIL, 2011b).

De acordo com a Norma Sistêmica do Comando da Aeronáutica 3-3 (NSCA 3-3), de 31 de outubro de 2008, as atividades de prevenção possuem características proativas, constituindo-se no conjunto de atividades destinadas a impedir a ocorrência de acidentes aeronáuticos, visando à preservação dos recursos humanos e materiais. Estas atividades têm que ser planejadas e executadas previamente à ocorrência do acidente de maneira a impedi-lo (BRASIL, 2008c).

Esse contexto revela a importância do Programa de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (PPAA), documento este que “estabelece a Política da Segurança de Voo da organização, bem como as atividades e responsabilidades, sob a ótica do SIPAER, visando à Prevenção de Acidentes Aeronáuticos” (BRASIL, 2008c, p.18).

O CENIPA, órgão central do SIPAER, elabora os PPAA para a Força Aérea Brasileira e recomenda o uso desta ferramenta pela indústria aeronáutica brasileira.

Os PPAA dos Comandos da Marinha e do Exército são elaborados pelas respectivas Forças, em observância à Diretriz Interministerial Nº 002, de 08 de agosto de 1995. Um dos objetivos do PPAA é o de planejar e orientar a realização das atividades de Segurança de Voo por meio das ferramentas do SIPAER, de modo a tornar a operação aérea mais segura e com a conseqüente preservação dos meios humanos e materiais (BRASIL, 2008c).

Neste contexto, os Programas de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos devem recomendar ações e atividades voltadas à prevenção do risco aviário, dentre elas: a criação de comissões locais, responsáveis pelo gerenciamento do perigo aviário, a serem administradas pela administração aeroportuária; contatos com entidades públicas federais, estaduais e municipais que possuam a autoridade legal e o conhecimento necessários às atividades de prevenção visando envolvê-las nessas atividades; promoção de campanhas educativas com o objetivo de conscientizar a população dos riscos para a atividade aérea quando da existência de focos de atração de aves dentro da ASA; a participação de biólogos nas atividades de prevenção nos aeroportos administrados pela INFRAERO, e; o preenchimento da ficha CENIPA 15 nos casos previstos (BRASIL, 2005b; BRASIL, 2011b).

O CENIPA recomenda que em situações de colisão, quase colisão e avistamento de grande quantidade de aves, mesmo que não se esteja a bordo de uma aeronave, se faça o preenchimento da ficha CENIPA 15. O *International Bird Strike Committee* (IBSC) sugere ainda o reporte nos seguintes casos: existência de carcaças de aves em aeroportos quando não há indícios óbvios de outras causas para a morte da ave, nos casos em que durante procedimentos de manutenção da aeronave sejam identificados indícios da colisão com aves e nos casos em que a tripulação necessitou manobrar a aeronave para evitar a colisão (IBSC, 2006). Bancos de dados nacionais, tais como o gerenciado pelo CENIPA, servem como base científica para o desenvolvimento de programas voltados à redução dos riscos do perigo aviário.

Cientistas, gerentes de aeroportos e especialistas em Segurança de Voo não podem resolver um problema que desconhecem ou que não conhecem em detalhes. Dolbeer (2006) afirma que profissionais de administrações aeroportuárias dificilmente buscarão soluções para o problema se não houver dados consistentes inseridos em um banco de dados confiável. Ainda de acordo com o autor, as estatísticas do risco aviário podem ser usadas em campanhas educacionais, voltadas à população e como fator de convencimento, de autoridades competentes, quanto à gravidade do problema e da necessidade de ações de prevenção.

De acordo com Cleary e Dolbeer (2005), antes de se resolver um problema ele precisa ser entendido. O primeiro passo, considerado essencial pelos autores, na busca do entendimento e de soluções para o risco aviário se dá através da coleta e análise de situações de perigo. A ficha CENIPA 15 é a ferramenta adequada para a coleta dessas informações.

Os pilotos são a última peça do dominó antes do acidente, e na maioria das vezes são também as últimas pessoas que podem evitar essas tragédias. Em contrapartida, são os profissionais que diariamente entram em contato com diversos tipos de situações de risco, incluindo-se o perigo aviário. A ficha CENIPA 15 permite que profissionais de Segurança de Voo investiguem cada situação de perigo, o que traz enormes benefícios à aviação (LIMA, 2007).

Segundo Mackinnon (2001), as estatísticas do risco aviário, solidificadas em um banco de dados consistente e confiável, são fundamentais:

- para serem usadas como uma das ferramentas de análise do risco quando do planejamento de estratégias para o seu gerenciamento;
- como um meio de se avaliar a eficácia e a eficiência de estratégias ou programas de prevenção;
- como fonte de informações dos custos relacionados ao problema;
- como justificativa dos gastos necessários às atividades de prevenção;
- como base científica para a indústria aeronáutica desenvolver partes mais resistentes à colisões com aves, em especial motores e estruturas;

- como informação necessária às companhias de seguro para levantamento de custos; e
- como informação necessária às administrações aeroportuárias para comprovarem, em especial em caso de acidentes aeronáuticos relacionados ao risco aviário, que existe um programa de prevenção e que o mesmo está sendo efetivo e eficaz.

O risco representado pelas aves à atividade aérea tem preocupado especialistas no mundo inteiro, mas é fato que ainda não existe uma fórmula mágica para evitar a colisão entre aves e aeronaves. No Brasil, o problema tem se mostrado mais complexo, visto que na maioria das vezes decorre da ocupação desordenada do solo nas áreas próximas dos aeroportos. É fato também que temos problemas com aves decorrentes da destruição da natureza pelo homem. O assoreamento de rios, o desmatamento de florestas naturais e a extinção de algumas espécies são frequentemente identificados como fatores contribuintes da presença de aves até mesmo dentro do sítio aeroportuário (CLEARY; DOLBEER, 2005).

Cerca de 98% das colisões ocorrem dentro ou nas proximidades dos aeroportos. As aves são atraídas para os aeroportos por uma série de motivos, quase todos relacionados à sobrevivência dos animais. Muitas espécies adaptaram-se ao ambiente urbano e demonstram que muitos aeroportos, oferecendo áreas verdes e outras condições favoráveis, são habitat atrativos para reprodução, alimentação e pernoite (BRASIL, 2011b).

Aumentando o risco de colisão entre aves e aeronaves, muitas espécies de aves, como o quero-quero (*Vanellus Chilensis*), a coruja-buraqueira (*Speotyto Cunicularia*) e o pombo comum (*Columba Livia*) adaptaram-se à vida agitada das cidades, sendo encontradas dentro de aeroportos e seus entornos. Muitas espécies demonstram ainda que aeroportos são espaços seguros contra inimigos naturais (MENDONÇA, 2009).

A natureza e magnitude do problema é agravada em certos aeródromos por diversos fatores, incluindo-se: os tipos de aeronaves que nele operam, o volume do

tráfego aéreo, a presença de aves migratórias e as atividades antrópicas dentro de suas Áreas de Segurança Aeroportuária. Muito mais do que uma inconveniência para passageiros e tripulantes, com custos astronômicos para as empresas envolvidas, o risco aviário pode contribuir para acidentes aeronáuticos de grandes proporções.

Considerando que a maioria das colisões ocorre dentro ou no entorno dos aeroportos, **o lugar ideal para atacar o problema é dentro do sítio aeroportuário e no entorno do aeródromo** (CLEARY; DOLBEER, 2005, grifo nosso).

Cleary e Dobeer (2005), na obra *Wildlife hazard management at airports: a manual for airport personnel*, recomendam vários procedimentos que, se considerados quando da elaboração de um Programa de Controle do Risco Aviário, reduzirão bastante a probabilidade de acidentes e incidentes aeronáuticos. Os autores ressaltam que tais procedimentos são apenas linhas de ação e que as características peculiares, de cada aeroporto, devem ser consideradas.

A preparação de um Programa de Gerenciamento do Risco Aviário requer um levantamento dos perigos existentes dentro e no entorno do aeródromo. As atividades no entorno com potencial de atração de aves e ainda o habitat dentro e fora do aeródromo são elementos fundamentais para se determinar quais espécies podem ser atraídas para a ASA. O conhecimento e controle dessas atividades e habitat são fundamentais para o sucesso do gerenciamento do controle do risco aviário.

De acordo com Jerome (1988), este trabalho deve ser realizado com apoio de biólogos especializados no tema visto que o produto dessa avaliação será a base científica para o desenvolvimento, implementação, e refinamento do programa. Nesta fase, além do levantamento dos pontos (atividades; habitat) de atração de aves, deve-se identificar os tipos de espécies e quantidade de aves presentes, hábitos e razões pelas quais as aves são atraídas e ainda as possíveis medidas mitigadoras;

O gerenciamento do risco aviário, uma mistura complexa de ciência e arte, é,

no Brasil, regulado por legislações federal, estadual, e municipal. Agências e institutos governamentais e organizações de defesa do meio ambiente influenciam as atividades de controle do perigo aviário e fauna dentro da ASA. Cleary e Dolbeer (2005) sugerem que os responsáveis por tais programas identifiquem as agências e organizações cujas participações são fundamentais ao sucesso do programa.

Muitas das ações necessárias à redução da presença de aves dentro da ASA cabem exclusivamente a instituições que não têm relação direta com a atividade aérea, tais como: o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), centros de controles de zoonoses, o Ministério Público e governos estaduais e municipais, dentre outros.

O sucesso de quaisquer Programas de Controle do Risco Aviário passa pelo envolvimento ativo de profissionais dessas instituições. A razão para tais parcerias está relacionada à necessidade de concordância com a legislação brasileira quando no desenvolvimento dessas ações. O grande objetivo deve ser reduzir os riscos à aviação brasileira, em especial no que se refere ao risco aviário, enquanto se busca proteger a rica fauna do país e a concordância com a lei.

O programa exige que fontes de assistência técnica sejam identificadas e convidadas oficialmente a participar. Todos os aspectos de suporte técnico podem ser obtidos de diversas organizações, incluindo agências e instituições governamentais e organizações de defesa do meio ambiente. O próprio CENIPA, pela experiência na área de prevenção de acidentes, tem competência técnica para prestar assessoria. Há ainda a possibilidade de apoio técnico de comitês internacionais, tais como o *Bird Strike Committee* (BSC), o *International Bird Strike Committee* e o Comitê CARSAMPAF de Prevenção do Risco Aviário e Fauna dentre outros (JEROME, 1988).

Cleary e Dolbeer (2005) sugerem ainda o desenvolvimento de um subprograma de treinamento para os profissionais envolvidos no Programa de Prevenção do Risco Aviário que deve incluir: identificação e comportamento das aves identificadas; técnicas de manejo de aves e o mais importante, procedimentos

de Segurança Operacional do aeroporto. Todos estes profissionais devem passar por este treinamento, que deve ter uma fase inicial e reciclagens periódicas

O uso desordenado do solo e o habitat natural determinarão as espécies e quantidade de pássaros presentes dentro da ASA. O reconhecimento e controle dessas condições são essenciais ao sucesso do programa. No Brasil, os lixões a céu aberto ainda são os principais focos de atração de aves. Devido ao crescimento desordenado da população em algumas áreas e ausência de políticas públicas, que no passado falharam ao não restringir certas atividades próximas a aeroportos, muitos pilotos enfrentam o constante risco de colisões com aves, especialmente dentro da ASA de alguns aeródromos (MENDONÇA, 2009).

Além dos lixões, matadouros clandestinos, estações de beneficiamento de pescado e certos tipos de plantações no entorno do aeródromo são fatores contribuintes para o aumento das colisões em determinadas Áreas de Segurança Aeroportuária. Independentemente do tipo de atividade atrativa de aves dentro da ASA, quando identificada, a administração do aeroporto deve reconhecê-la e adotar as ações necessárias à redução do risco de acidentes aeronáuticos.

Muitas empresas aéreas e companhias de seguro estão adotando medidas legais contra administrações aeroportuárias em países da Europa e nos Estados Unidos para recuperar os custos diretos e indiretos do risco aviário. O registro das atividades desenvolvidas pelos profissionais do aeroporto será fundamental, em casos judiciais, para comprovação de que existe um eficiente Programa de Controle do Risco Aviário em curso.

Dados coletados por ocasião do registro das atividades também são importantes quando da avaliação da efetividade e eficácia do programa. Recomenda-se ainda que a administração aeroportuária mantenha um registro de todas as ações relacionadas ao risco aviário, mesmo aquelas que não fazem parte do programa. Cleary e Dolbeer (2005) recomendam que os gerentes de aeroportos façam um registro anual dos cursos, treinamentos, seminários, e outras atividades educativas que os profissionais responsáveis pela execução do Programa de

Controle do Risco Aviário e Fauna participem.

O estabelecimento de um subprograma de reporte do risco aviário é fundamental. A análise das situações de risco e das colisões é essencial para a determinação da magnitude, natureza e severidade do problema e ainda quando da avaliação da eficácia do Programa de Controle do Risco Aviário.

Apesar de caber ao CENIPA a responsabilidade do recebimento e do tratamento das fichas CENIPA 15, um procedimento de reporte local deve ser estabelecido. Considerando que muitos pilotos apenas encaminham a informação ao CENIPA e/ou às suas empresas, convém à administração aeroportuária interagir com aquele Centro visando ajustes e acertos em ambos os bancos de dados.

De acordo com o *International Bird Strike Committee* (2006), Programas de Gerenciamento do Risco Aviário precisam ser constantemente avaliados para checar se os resultados esperados estão sendo alcançados e se tais programas precisam ser modificados, estendidos, ou mesmo melhorados. A única maneira efetiva de avaliá-los é através da análise de dados relativos ao risco aviário, disponibilizados através da ficha de reporte. Ainda de acordo com o IBSC, as informações fornecidas através desta ficha são necessárias para justificar os gastos envolvidos no programa.

Acidentes e incidentes aeronáuticos relacionados ao risco aviário envolvendo aeronaves militares podem comprometer o cumprimento da missão da Força Aérea Brasileira (FAB) de “Manter a soberania no espaço aéreo nacional com vistas à defesa da Pátria”, conforme descrito na Doutrina Básica da Força Aérea Brasileira (BRASIL, 2005a, p.11). O CENIPA (BRASIL, 2005b) e Eschenfelder (2006) recomendam algumas ações voltadas à aviação militar visando à redução dos riscos do perigo aviário (ANEXO A), dentre elas o preenchimento da ficha CENIPA 15 nos casos previstos na legislação SIPAER.

Como se observa, a maioria dessas recomendações é perfeitamente aplicável à aviação civil. Ainda em relação à aviação civil, o CENIPA recomenda o levantamento dos custos diretos e indiretos decorrentes de colisões. Um dos

objetivos seria “[...] um *upgrade* no poder de convencimento das autoridades quanto à importância de suas participações no processo de prevenção” (BRASIL, 2005b, p. 35). No caso dos órgãos de controle do tráfego aéreo, a prevenção pode-se dar basicamente de duas maneiras: informação aos pilotos da possível presença de aves, baseado em reportes de outros pilotos ou de bancos de dados alimentados pela ficha CENIPA 15, e também com o preenchimento da ficha CENIPA 15 baseado em informações de tripulantes.

De acordo com a ICAO (2009), programas de reporte de situações de perigo devem seguir alguns princípios, dentre eles que o preenchimento de relatórios seja voluntário. O preenchimento da ficha CENIPA 15 observa este e mais os princípios citados por Reason (1997) na sua Teoria da Cultura de Segurança de Voo. Entretanto, uma das consequências deste princípio, a voluntariedade, é que apenas 20% das colisões são reportadas CENIPA (BRASIL, 2011b).

Mackinnon (2001) afirma que a falta de dados compromete os esforços em busca da prevenção do perigo aviário. Alguns autores, dentre eles Eschenfelder (2003) e a *Federal Aviation Administration – FAA* (2004) sugerem que o reporte do risco aviário, contrariando Reason (1997), seja mandatário. Este tema ainda é polêmico na indústria aeronáutica e tem sido discutido em seminários internacionais de risco aviário. Apesar disso há um ponto em que há consenso: a importância do reporte de colisões para as atividades de prevenção do risco aviário.

Dekker e Buurma (2005) afirmam que as estatísticas do risco aviário são a principal fonte de informação para três processos: científico, visto que o uso de técnicas científicas nos bancos de dados do risco aviário permite entender o problema e apontar novas diretrizes para seu gerenciamento; educacional, considerando que bancos de dados são fundamentais nos processos de treinamento de profissionais de aviação e ainda em atividades educativas para a população em geral; e controle de qualidade, visto que as colisões são os indicadores usados para verificar a eficácia de programas de prevenção.

Ainda de acordo com os autores, informações fornecidas através da ficha

CENIPA 15 podem ser usadas por fabricantes de materiais de aviação visando aumentar a resistência a impactos (em especial motores e para-brisas) e por empresas aéreas, quando estabelecendo sua política de segurança de voo e os procedimentos operacionais relacionados ao perigo aviário.

Apresentadas algumas Teorias de Segurança de Voo que dão suporte as atividades de prevenção de acidentes aeronáuticos, e uma contextualização do risco aviário, da ficha CENIPA 15, e de atividades de prevenção do risco aviário, no próximo capítulo serão discutidos os detalhes metodológicos relacionados à coleta, análise dos dados e posterior discussão dos resultados obtidos.

3 METODOLOGIA

A presente pesquisa usou a metodologia proposta por Vergara (2004), sendo definida como exploratória considerando que há pouco conhecimento acumulado sobre o assunto prevenção do risco aviário. Segundo Marconi e Lakatos (2008), as pesquisas exploratórias são investigações empíricas cujo objetivo é a formulação de questões ou de um problema, com as seguintes finalidades: desenvolver hipóteses, aumentar a familiaridade do pesquisador com um ambiente, fato ou fenômeno para a realização de uma pesquisa futura mais precisa ou modificar e clarificar conceitos.

A pesquisa documental assemelha-se muito à pesquisa bibliográfica. A diferença essencial entre ambas está na natureza das fontes. Enquanto a pesquisa bibliográfica se utiliza fundamentalmente das contribuições dos diversos autores sobre determinado assunto, a pesquisa documental vale-se de materiais que não recebem ainda um tratamento analítico, ou que ainda podem ser reelaborados de acordo com os objetivos da pesquisa (GIL, 2008, p. 45).

Com base nos procedimentos técnicos utilizados, este trabalho possui uma dimensão ampla que atende aos critérios das formas bibliográfica e documental. A pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos, enquanto a pesquisa documental se vale de materiais que não receberam ainda um tratamento analítico.

Na interpretação dos dados de uma pesquisa qualitativa há uma preocupação com um nível de realidade que não pode ser quantificado, ou seja, ela trabalha com o universo de significados, motivos, valores, e que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos a operacionalização de variáveis (MARCONI; LAKATOS, 2008).

De acordo com Leedy & Ormrod (2001), abordagens qualitativas têm duas coisas em comum: primeiramente elas focam em fenômenos ocorrendo em seus ambientes naturais, e finalmente envolvem o estudo desses fenômenos em toda a sua complexidade. Dessa forma considera-se que este trabalho tem uma abordagem qualitativa, pois prevalece a relação entre os fenômenos observados, buscando-se entender a relação entre eles.

Toda pesquisa deve basear-se em uma teoria, que serve como ponto de partida para a investigação bem sucedida de um problema (MARCONI; LAKATOS, 2008). Identificou-se, desta forma, o marco teórico que fundamentou o trabalho. Este referencial teve como base as Teorias de Prevenção de Acidentes de Heinrich (HEINRICH; GRANNISS, 1959), conhecida como Triângulo de Heinrich, e a Teoria de Acidentes Organizacionais, de Reason (1997).

A revisão literária permitiu a comparação destas teorias com as atividades de prevenção do risco aviário, particularmente o conteúdo da obra de Cleary e Dolbeer (2005). O objetivo foi de proporcionar ao leitor o conhecimento necessário à compreensão dos fundamentos das atividades de prevenção de acidentes aeronáuticos, do problema risco aviário e ainda o impacto da aplicação da ficha CENIPA 15 nas atividades de gerenciamento do risco aviário.

Como o assunto risco aviário é de natureza multidisciplinar (CLEARY; DOLBEER, 2005), com a necessidade de ser abordado sob diferentes realidades, esta pesquisa limitou-se a investigar as atividades de prevenção do perigo aviário que têm aplicação prática no Brasil, a relação dessas atividades com as teorias que suportam as atividades de prevenção de acidentes aeronáuticos e, ainda, o impacto da ficha CENIPA 15 nessas atividades.

4 ANÁLISE

O avião tem um papel importante para o desenvolvimento do país com a aviação comercial, mas também para a segurança nacional através da aviação militar, conseqüentemente o risco aviário é um problema latente para a aviação brasileira.

Apesar de extremamente segura, a indústria aeronáutica exige que os profissionais de aviação continuem trabalhando em busca do índice zero de acidentes aeronáuticos. Apesar de raros, tais eventos podem comprometer a prosperidade e a segurança de um país. Fatalidades, bilhões de dólares em prejuízos, e desemprego são algumas das conseqüências dessas tragédias (HEINRICH; GRANISS, 1959).

Cleary e Dolbeer (2005) afirmam que antes de resolver o problema do perigo aviário ele precisa ser entendido, sendo o primeiro passo para este entendimento a coleta e análise dos dados informados através de relatórios de prevenção. No Brasil a ferramenta usada com esta finalidade é a ficha CENIPA 15.

Tal pensamento vai ao encontro da Teoria dos Acidentes Organizacionais, de James Reason. De acordo com este pensador, uma cultura de Segurança de Voo, em que um de seus componentes é a cultura de reporte de situações de perigo, é essencial para a prevenção de acidentes.

O uso da ficha CENIPA 15 por profissionais de aviação pode reduzir os riscos de acidentes aeronáuticos relacionados ao perigo aviário. Através da coleta e análise dos dados existentes naquela ficha, profissionais de Segurança de Voo podem agir, de forma tal que barreiras sejam colocadas na trajetória das situações de perigo que poderiam conduzir a acidentes aeronáuticos (REASON, 1997).

Neste contexto, o uso da CENIPA 15 também encontra respaldo na ferramenta “Programa de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos”. Considerando o aumento do número de reportes de situações de perigo aviário, o CENIPA recomenda, aos elos do SIPAER, que incentivem o uso da CENIPA 15 dentro de suas organizações, através dos PPAA, visto que facilita a adoção das ações

mitigadoras por meio das medidas corretivas adequadas.

Colisões entre aves e aeronaves podem ocasionar danos graves a aeronaves e causar ferimentos graves e mortes em tripulantes e passageiros (CLEARY; DOLBEER, 2005). No Brasil, apesar dos inúmeros acidentes e incidentes aeronáuticos envolvendo aeronaves civis e militares, registra apenas um acidente fatal relacionado ao risco aviário. O evento ocorreu em 1962, quando um fotógrafo faleceu após a colisão do FAB 5143, um B-17, com uma ave.

Nos últimos dez anos foram reportadas ao CENIPA 5.300 colisões entre aves e aeronaves. De acordo com Heinrich e Graniss (1959), acidentes, incidentes e situações de perigo são similares na maneira que acontecem, diferenciando-se apenas nas suas conseqüências. A ficha CENIPA 15 provê informações valiosas, sem a necessidade dos danos, ferimentos e mortes associados a acidentes aeronáuticos, que podem e devem ser usadas para a prevenção do perigo aviário.

O gerenciamento da Segurança de Voo acontece de maneira proativa e reativa. A investigação de acidentes aeronáuticos geralmente revela condições latentes presentes e anteriores à tragédia. Apesar de raros, acidentes aeronáuticos são investigados mais profunda e detalhadamente que situações de perigo e incidentes. A ficha CENIPA 15 tem o potencial de identificar, principalmente através da análise detalhada do banco de dados do risco aviário, ou mesmo de uma análise de tendências, situações de perigo e condições latentes que podem conduzir a acidentes aeronáuticos. Este raciocínio alinha-se com a Teoria do Triângulo de Heinrich, visto que antes de um acidente aeronáutico relacionado ao perigo aviário acontecem centenas de eventos com características semelhantes, porém sem a gravidade inerente ao acidente.

Um acidente não acontece como consequência de um simples evento, e sim de fatores interligados que, se tiverem sua seqüência interrompida, ou um de seus fatores eliminados, pode ser evitado (HEINRICH; GRANNIS, 1959). Na maioria das vezes durante a investigação identificam-se condições que, se analisadas, poderiam conduzir ao acidente. Leigos costumam dizer que era apenas uma questão de

tempo para o acidente acontecer (ICAO, 2009).

Ainda de acordo com a ICAO (2009), condições inseguras, também conhecidas como condições latentes, podem estar presentes por anos sem que haja um acidente. Os dados fornecidos através da ficha CENIPA 15, que alimentam o banco de dados do CENIPA, permitem a identificação destas condições e das causas das situações de perigo, a elaboração de estratégias de prevenção e a avaliação da eficácia das ações em curso para a mitigação ou eliminação dessas condições e, dessa forma, a interrupção da sequência que poderia conduzir ao acidente.

Vincoli (2006) afirma que a prevenção de acidentes e o gerenciamento do risco têm muitas similaridades, visto que ambos envolvem uma avaliação dos perigos que podem conduzir a acidentes. Ainda de acordo com Vincoli, com uma abordagem proativa, profissionais de Segurança Operacional podem mitigar ou mesmo eliminar o risco de um acidente através da redução de sua probabilidade, de sua severidade, ou de uma combinação de ambos.

Os PPAAs elaborados pelo CENIPA e empresas de aviação recomendam a implementação de medidas e processos de identificação de perigos e gerenciamento dos riscos relacionados ao risco aviário, com o objetivo de se prevenir acidentes e incidentes aeronáuticos. Considerando que o processo de gerenciamento do risco começa pela adequada identificação e análise de situações de perigo, o uso da ficha CENIPA 15, por profissionais de aviação, é fundamental para a eficácia desta ferramenta da prevenção (BRASIL, 2008c).

É aceitável que segurança absoluta é inatingível, em especial quando falamos da colisão entre aves e aeronaves, mas o processo de gerenciamento do risco, começando pela identificação de situações de perigo, permite que a atividade aérea aconteça dentro de um nível aceitável de segurança, com a redução de custos e aumento da capacidade operacional. No caso da aviação militar, o aumento da disponibilidade da frota, a redução de custos, e em especial a redução do número de acidentes relacionados ao perigo aviário alinha-se com a “missão-síntese da FAB de

manter a soberania no espaço aéreo nacional com vistas à defesa da pátria” (BRASIL, 2005a, p. 11). Para dar suporte a esta missão, faz-se necessária a preservação dos meios humanos e materiais colocados a disposição do Comando da Aeronáutica. Nesse contexto, o processo de gerenciamento contribui de forma efetiva para a prevenção do perigo aviário.

O grande desafio de uma Força Aérea moderna é preservar sua capacidade de combate, considerando que os riscos associados ao voo militar precisam ser gerenciados e sempre que possível eliminados. De acordo com o CENIPA, os chefes militares devem sempre cumprir a missão de suas organizações dentro de uma margem de risco aceitável (BRASIL, 2011b).

Analisando os custos diretos relacionados ao perigo aviário do MD-11 da VARIG em 2003, e do A-320 da TAM Linhas Aéreas, em 2004, constata-se que a prevenção do perigo aviário é, também, uma questão de economia e sobrevivência para uma empresa aérea. De acordo com a Organização de Aviação Civil Internacional (2009), acidentes trazem prejuízos financeiros e a contratação de seguros pode reduzir o impacto financeiro de uma tragédia, porém há custos não cobertos pela apólice que podem quebrar uma empresa, como, por exemplo, a perda da confiança de usuários e clientes.

Infere-se, dessa forma, que o uso das diversas ferramentas de prevenção do SIPAER, incluindo a ficha CENIPA 15, promove muito mais do que os benefícios mais conhecidos e nobres da prevenção de acidentes, mas também um aumento nos lucros da empresa. Claro que deve haver um balanço entre os prováveis custos do perigo aviário e os custos das atividades de gerenciamento do risco, mas empresas aéreas devem considerar que poucas instituições conseguem sobreviver às consequências econômicas de um acidente aeronáutico.

Ainda de acordo com a ICAO (2009), os seus Estados signatários são responsáveis pelo estabelecimento e manutenção de um ambiente que permita voos seguros e eficientes. Neste sentido, o Anexo 14 da ICAO (ICAO, 2004) recomenda ações voltadas à prevenção do perigo aviário. Dentro dessa linha de raciocínio, a

própria Organização estabelece que a autoridade apropriada deve adotar as medidas necessárias para a redução do risco aviário, dentro ou no entorno de aeródromos. Estabelece ainda que se faz necessário um procedimento nacional para reporte de situações de risco aviário.

Os Estados definem, através de suas autoridades de regulação da aviação civil e de prevenção e investigação de acidentes aeronáuticos, as abordagens necessárias para operações eficientes. Por meio de regulamentos, Programas de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos e outros documentos, os Estados signatários da ICAO asseguram que um nível mínimo de segurança e eficiência será atingido. No Brasil estas autoridades são, respectivamente, a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) e o CENIPA.

O RBAC 139 determina que no MOA deve haver um capítulo dedicado a prevenção do risco aviário e fauna. Dentre os procedimentos previstos, incluir-se-ão as práticas para avaliar os perigos existentes (ANAC, 2009). Ainda nesta linha de raciocínio, cabe ressaltar que os programas de prevenção elaborados pelo CENIPA dedicam especial atenção as atividades de gerenciamento do risco aviário, incluindo à importância do uso da ficha CENIPA 15 para as atividades de prevenção.

Empresas e unidades aéreas precisam, através das ações estabelecidas nos seus PPAA, treinar e motivar seus profissionais para usarem esta ficha. O gerenciamento do risco aviário é uma atividade bastante complexa que envolve ciência e arte, porém altamente dependente de um banco de dados.

(...) sem dados confiáveis Não é possível a identificação da localização, frequência e tipo de aves envolvidas no problema. A falta de informações também compromete o desenvolvimento de novas aeronaves (e de seus componentes) e de técnicas operacionais voltadas à prevenção do risco aviário (Eschenfelder, 2003 p. 1, tradução nossa).

Dolbeer (2006) acrescenta que medidas científicas presentes em Programas de Gerenciamento do Risco Aviário dependem deste banco de dados, visto que cientistas, gerentes de aeroportos e profissionais de Segurança de Voo não podem resolver um problema que desconhecem ou não compreendem por completo. Os

responsáveis pela prevenção de acidentes em aeroportos precisam de informações confiáveis para elaborarem seus Programas de Prevenção do Risco Aviário.

Dekker e Buurma (2005), seguindo a mesma linha de raciocínio de Dolbeer, confirmam ainda que as informações disponibilizadas através da ficha CENIPA 15 podem ser usadas em diversos processos educacionais, como, por exemplo, aqueles destinados a populações que moram dentro da ASA de aeroportos. Considerando que 98% das colisões acontecem nessas áreas, e ainda que dentre as razões para este índice estão a ocupação desordenada do solo, lixões a céu aberto, e outras atividades consideradas atrativas de aves (CLEARY; DOLBEER, 2005), atividades educativas envolvendo a população que reside nesta área podem levar a uma redução do risco de perigo aviário. Tais processos também são essenciais na formação técnica de profissionais dos diversos ramos da aviação.

O CENIPA (BRASIL, 2005b) recomenda a realização de seminários temáticos para os quais outros personagens interessantes à prevenção podem ser convidados, dentre eles: a mídia, órgãos de proteção ao meio ambiente, instituições de ensino, Ministério Público, e organizações ligadas direta ou indiretamente à atividade aérea. “A sociedade, desde que adequadamente motivada, pode se tornar uma excelente parceira para a segurança de voo” (BRASIL, 2005b, p. 37). Exemplos de acidentes, os custos do perigo aviário e as estatísticas referentes ao problema são fundamentais a sua compreensão e gerenciamento.

Existe uma vasta legislação recomendando a elaboração de Programas de Prevenção do Risco Aviário para aeroportos. Os objetivos podem variar da prevenção de acidentes e incidentes aeronáuticos, à necessidade de comprovação em casos judiciais, por parte da administração aeroportuária, de que existe um eficiente programa de controle do perigo aviário e da fauna em curso.

As estatísticas do risco aviário (MENDONÇA, 2009) levam a crer que, atacando o problema nos aeroportos, a probabilidade e severidade das ocorrências tenderá a cair significativamente. Mas como afirma Dolbeer (2006), profissionais de administrações aeroportuárias dificilmente buscarão soluções para o problema se

não houver dados consistentes, inseridos em um banco de dados confiável.

O gerenciamento do risco aviário em aeroportos, uma mistura complexa de ciência e arte, está diretamente relacionado às informações fornecidas através da ficha CENIPA 15. No preparo do programa se faz necessário compreender as razões pelas quais as aves são atraídas para as ASA, quais os tipos de aves, seus hábitos, e outras informações que, direta ou indiretamente, podem ser obtidas através daquela ficha.

Os custos de um Programa de Prevenção do Risco Aviário precisam de argumentos que os justifiquem, argumentos que passam pelos custos, diretos e indiretos, do risco aviário e ainda os possíveis desdobramentos judiciais decorrentes de um acidente aeronáutico. Seguindo com Dekker e Buurma, “os dados referentes ao risco aviário são a moeda corrente para avaliar o sucesso das medidas de prevenção” (DEKKER, BUURMA, 2005, p. 2, tradução nossa).

Makinnon (2001) alerta que em caso de acidentes aeronáuticos relacionados ao risco aviário, as administrações aeroportuárias podem precisar comprovar que existe um programa de prevenção e que o mesmo está sendo efetivo e eficaz. Este pensamento vai ao encontro da ideia de outros autores, dentre eles Cleary e Dolbeer (2005), Dekker e Buurma (2005), CENIPA (BRASIL, 2005b) e Mendonça (2008).

O CENIPA (BRASIL, 2005b) recomenda vários procedimentos (ANEXO B) a serem adotados por pilotos militares para reduzir a probabilidade ou a gravidade de colisão com aves. Salaria que muitos desses procedimentos são perfeitamente aplicáveis à aviação civil. Percebe-se que alguns deles não estão diretamente relacionados ao uso da ficha CENIPA 15, como, por exemplo, reduzir a velocidade da aeronave em áreas de maior risco ou subir na eminência de uma colisão, porém outros dependem das informações existentes em bancos de dados alimentados por aquela ferramenta.

Nessa mesma linha de raciocínio, o apoio de biólogos quando da elaboração de Programas de Gerenciamento do Risco Aviário para aeroportos, em especial no levantamento dos pontos (atividades; habitat) de atração de aves, na identificação

das espécies e quantidade de aves presentes, dos seus hábitos, das razões pelas quais são atraídas para a ASA e no estabelecimento de possíveis medidas mitigadoras, não estão diretamente relacionados à ficha CENIPA 15. Da mesma forma, a participação de profissionais de outras instituições, cujas missões não estão diretamente ligadas à atividade aérea, como o IBAMA e o Ministério Público, por exemplo, independem, teoricamente, dos dados da ficha CENIPA 15.

Com uma avaliação mais criteriosa, percebe-se que partes de um Programa de Gerenciamento do Risco Aviário podem não depender dos dados relacionados ao tema, porém é fato que tais programas precisam ser constantemente avaliados para checar se os resultados esperados estão sendo alcançados, se precisam ser modificados, estendidos, ou mesmo melhorados. De acordo com o IBSC (2006), a única maneira efetiva de avaliá-los é através da análise de dados relativos ao perigo aviário.

Enquanto aves e aeronaves parecem compartilhar os céus, esta coexistência aumenta consideravelmente o risco de acidentes e incidentes aeronáuticos. Uma aeronave decolando no seu peso máximo de decolagem, transportando centenas de passageiros e toneladas de combustível, está no limite do seu envelope operacional. Uma colisão com uma ave durante a corrida de decolagem vai exigir da tripulação a decisão de continuar a corrida ou abortar a decolagem.

Se a decisão é de abortar, os freios, pneus e rodas, dentre outros sistemas e equipamentos da aeronave, serão testados enquanto os pilotos tentam parar a aeronave dentro dos limites da pista. Se a decisão for de continuar com a decolagem, o treinamento, a padronização, a coordenação de cabine, e a perícia da tripulação serão colocados em cheque, enquanto os pilotos usam suas habilidades para ganhar altitude com um ou mais motores inoperantes e com danos na asa ou fuselagem, o que pode comprometer significativamente a aeronavegabilidade do avião.

Quando a situação estiver parcialmente controlada, os pilotos estarão operando uma aeronave próxima do seu limite máximo de peso e com velocidades

próximas a de stol, muitas vezes em áreas montanhosas ou habitadas. Com a visão da Segurança Operacional, o risco é praticamente inaceitável.

Apesar dos excelentes índices de Segurança de Voo alcançados pelo Brasil, acidentes aeronáuticos continuam a atrair a atenção da população. O clamor público, o interesse da mídia, o desespero de familiares e amigos, e processos judiciais que geralmente seguem um acidente relacionado ao perigo aviário requerem que todos os profissionais de aviação, em todos os escalões, participem ativamente para a redução ou mesmo eliminação do risco.

Existe um ponto em que todos os autores e especialistas no tema concordam, que antes de se resolver um problema ele precisa ser entendido. No caso do perigo aviário, o seu entendimento depende crucialmente de um banco de dados confiável, alimentado por uma ficha de reporte. No Brasil, a ficha CENIPA 15 é a ferramenta adequada para este fim, que deve ser preenchida nos casos previstos em legislação por todos os profissionais da indústria aeronáutica.

5 CONCLUSÃO

O termo risco aviário tem sido explorado sob diferentes aspectos e disciplinas, ao ponto que, nos dias atuais, tornou-se um termo bastante conhecido na indústria aeronáutica. As possíveis consequências de uma colisão entre aves e aeronaves podem variar de algumas centenas de dólares em ocorrências sem ferimentos, a acidentes com dezenas de feridos e mortos e milhões de dólares em custos diretos e indiretos. Apesar de não ser possível determinar os custos exatos relacionados ao problema, as perdas materiais, associadas à probabilidade de ferimentos e mortes, trazem grande preocupação à indústria aeronáutica.

É plausível que o risco de colisão entre aves e aeronaves esteja sempre relacionado à atividade aérea, porém reconhece-se que o gerenciamento do risco aviário pode reduzir este risco a níveis aceitáveis pelos operadores. O seu gerenciamento, portanto, é uma necessidade premente, um fator de sobrevivência para empresas aéreas e esquadrões operacionais.

Neste contexto, considera-se que informações precisas existentes em um banco de dados são fundamentais para servirem como base científica para este gerenciamento. Cientistas e profissionais de segurança operacional não conseguem resolver um problema que não conhecem a fundo, em toda a sua extensão.

Estas informações também são importantes para avaliar a eficiência de Programas de Prevenção do Risco Aviário, no desenvolvimento de atividades educativas voltadas à comunidade aeronáutica, em especial, tripulantes, e como prova de que existe um programa implementado eficiente, em casos litigiosos sucedendo acidentes e incidentes aeronáuticos.

Para o CENIPA, o banco de dados com informações fornecidas através da ficha CENIPA 15 são essenciais às atividades de gerenciamento do perigo aviário. Alinhado com pesquisas científicas e documentos relacionados ao risco aviário, aquele Centro recomenda, valendo-se das diversas ferramentas da prevenção de acidentes aeronáuticos, o uso da ficha CENIPA 15 pelos profissionais da indústria aeronáutica.

Diante da percepção de que é necessário um melhor entendimento do assunto, a presente pesquisa procurou analisar e compreender qual o impacto da aplicação da ficha CENIPA 15 nas atividades de gerenciamento do risco aviário, particularmente na intenção de compartilhar conhecimentos e experiências que pudessem contribuir para a Segurança de Voo.

Neste trabalho foi analisado o impacto da ficha CENIPA 15 nas atividades de gerenciamento do risco aviário. Esta análise, que ocorreu com o suporte das teorias, legislações e publicações estudadas, ocorreu de maneira qualitativa, e conduziu a algumas conclusões, apresentadas, de forma resumida, abaixo:

1 – o uso da ficha CENIPA 15 permite a identificação de situações de risco, a análise e mitigação dessas condições antes que um acidente ocorra (HEINRICH; GRANNISS, 1959; VINCOLI, 2006);

2 – o uso da ficha CENIPA 15 por profissionais de aviação contribui para o fortalecimento de uma cultura de segurança de voo, na qual todos os funcionários

de uma organização participam ativamente das atividades de prevenção de acidentes e incidentes aeronáuticos (REASON, 1997);

3 – os dados da ficha CENIPA 15 permitem que cientistas, gerentes de aeroportos e especialistas em Segurança de Voo conheçam o problema risco aviário em detalhes;

4 – a ficha CENIPA 15 provê informações necessárias para a avaliação da eficácia e da eficiência de estratégias ou de Programas de Prevenção do Risco Aviário; e

5 – o uso da ficha CENIPA 15 vai ao encontro do estabelecido no RBAC 139, nos PPPAA e outras ferramentas de prevenção de acidentes aeronáuticos para a aviação brasileira e ainda no Anexo 14 da ICAO.

A ficha CENIPA 15, devido às suas características proativas e preditivas, contribui, com o seu uso por profissionais da indústria aeronáutica, para a prevenção de acidentes aeronáuticos. Observou-se ainda que, mesmo as atividades de gerenciamento do risco aviário que não são diretamente relacionadas àquela ferramenta, dependem dos seus dados para justificar seus gastos, mas em especial para avaliar a eficácia e eficiência dessas atividades.

As conclusões obtidas nesta pesquisa abrangem inúmeros aspectos que necessitam de maiores investigações. Espera-se que os ensinamentos aprendidos neste trabalho científico sejam válidos para novos pesquisadores e contribuam para a produção de novos conhecimentos ligados ao tema.

O gerenciamento do risco aviário é uma atividade complexa que envolve ciência, arte, técnicas e muito profissionalismo daqueles que constituem a indústria aeronáutica. Os benefícios advindos dessa atividade para a aviação brasileira, fundamental para a integração, projeção e defesa nacionais, mais do que inegáveis, são necessários.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (Brasil). **Certificação Operacional de Aeroportos (RBAC 139)**. 2009.

BASTOS, L. C. M. **Risk management model for On-demand Part 135 (Air Taxi) Operators**. 2005. Dissertação (Mestrado) - Universidade Central do Missouri, Warrensburg, 2005.

BRASIL Lei nº 7.565, de 19 de dezembro de 1986. Dispõe sobre o Código Brasileiro de Aeronáutica. **Diário Oficial da União**, Brasília, p. 19.567, 23 dez. 1986.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. **Doutrina básica da Força Aérea Brasileira (DCA 1-1)**. Brasília, DF, 2005a.

_____. **Plano Básico de Gerenciamento do Risco Aviário (PCA 3-2)**. Brasília, 2011a.

_____. **Programa de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos da Aviação Militar Brasileira para o ano de 2011 (ICA 3-1)**. Brasília, 2011b.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **Formulários em uso pelo SIPAER (NSCA 3-11)**. Brasília, DF, 2008a.

_____. **Notificação e confirmação de ocorrências no âmbito do SIPAER (NSCA 3-5)**. Brasília, DF, 2008b.

_____. **Prevenção de acidentes aeronáuticos (NSCA 3-3)**. Brasília, DF, 2008c.

_____. **Prevenção do perigo aviário**. Brasília: CENIPA, 2005b.

_____. **Programa de controle do perigo aviário no Brasil**, 2011b. Disponível em : <<http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/paginas/ccpab.php>>. Acesso em: 31 maio 2011.

_____. **Histórico**, 2011c. Disponível em: <<http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/paginas/historico.php>>. Acesso em: 12 maio. 2011.

CLEARY, C. E.; DOLBEER, A. R. **Wildlife hazard management at airports: a manual for airport personnel**. 2005. Disponível em: <http://www.birdstrike.org/#Useful_links>. Acesso em: 15 abril 2010.

DEKKER, A; BUURMA, L. Mandatory Reporting of Bird Strikes in Europe: Who will Report to Who. In: INTERNATIONAL BIRD STRIKE COMMITTEE MEETING, 27., 2005, Atenas. **Anais...**Atenas: IBSC, 2005.

DOLBEER, A. R. Bird damage to turbofan and turbojet engines in relation to phase of flight : why speed matters. In: BIRD STRIKE COMMITTEE MEETING, 9., 2007, Ontário. **Anais...**Ontário: IBSC, 2007,

_____. Birds and aircraft are competing for space in crowded skies. **ICAO Journal**, n.3, p. 21-24, maio/ jun. 2006

ESCHENFELDER, P. Mandatory Strike Reporting: the time has come. In: INTERNATIONAL BIRD STRIKE COMMITTEE MEETING, 26., 2003, Warsaw. **Anais....**Warsaw: IBSC, 2003.

_____.Reduction of risks: a flight crew guide to the avoidance and mitigation of wildlife strikes to aircraft. In: BIRD STRIKE COMMITTEE MEETING, 8., 2006, Saint Louis. **Anais...** Saint Louis: IBSC, 2006.

ESTADOS UNIDOS. Federal Aviation Administration. **Reporting Wildlife Aircraft Strikes**: AC No: 150/5200-32A. Washington: FAA, 2004.

FLIGHT SAFETY FOUNDATION. Operator's flight safety handbook. **Flight Safety Digest**, maio / jun. 2002. Disponível em: <http://www.flightsafety.org/members/serveme.cfm?path=fsd_may-june02.pdf>. Acesso em: 02 maio 2010.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2008.

HEINRICH, H. W; GRANNISS, E. R. **Industrial Accident Prevention**. Nova York: McGraw-Hill, 1959.

INTERNATIONAL BIRD STRIKE COMMITTEE. **Recommended Pratices for Aerodrome Bird/Wildlife Control**. 2006. Disponível em: <http://www.int-birdstrike.org/Best_Practice.htm>. Acesso em: 12 maio. 2010.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Accident Prevention Manual (DOC. 9422)**. Montreal: ICAO, 2005.

_____. **Aerodrome Design and Operations (Anexo 14)**. 4. ed. Montreal: ICAO, jul. 2004.

_____. **Annual report of the Council**, 2008. Montreal: ICAO, 2008.

_____. **Safety Management Manual (DOC. 9859)**. Montreal: ICAO, 2009.

JEROME, E. A. J. Coping with the bird-hazard menace. **Airport Operations**, jul. / ago. 1988. Disponível em: <www.flightsafety.org/ao/ao_jul-aug88pdf>. Acesso em: 06 maio 2010.

LAKATOS, E. M. ; MARCONI, M. A.. **Metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

LEEDY, P.; ORMROD, J. **Practical research**. 7 ed. New Jersey: Prentice Hall, 2001.

LIMA, A. A. **Assessing hazard report program of the Brazilian Air Force**: a perception report from maritime patrol and rotary wing squadrons. 2007. Dissertação (Mestrado) - Universidade Central do Missouri, Warrensburg, 2007.

LU, Chien-Tsung et al. Another approach to enhance airline safety. **Journal of Air**

Transportation, v. 11, p. 113-139, out. 2006.

LUPOLI, L. C. **Discovering the Brazilian Air Force squadron commanders' perceptions regarding organizational accidents**. a perception report from maritime patrol and rotary wing squadrons. 2006. Dissertação (Mestrado) - Universidade Central do Missouri, Warrensburg, 2006.

MACKINNON, B. et al. **Sharing the skies: an aviation industry guide to the management of wildlife hazards**. Montreal: Transport Canada, 2001.

MANUELE, F. A. **On the practice of safety**. Nova York: Thomson, 1997.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

MENDONÇA, F. A. C. Gerenciamento do perigo aviário em aeroportos. **R. Conexão SIPAER**, v. 1, n. 2, 2009.

_____. **SMS for bird hazard: assessing airlines' pilots' perceptions**. 2008. Dissertação (Mestrado) - Universidade Central do Missouri, Warrensburg, 2008.

PERROW, C. **Normal Accidents**. Princeton: Princeton University Press, 1999.

PHIMISTERJ. R. et al. **Near-miss management systems in the chemical process industry**. Philadelphia: University of Pennsylvania, 2005.

RAO, A. K. R.; PIÑOS, A. P. Review on Annex 14 volume I :rovisions on bird strike hazard reduction. In: INTERNATIONAL BIRD STRIKE COMMITTEE MEETING, 26., 2003, Varsóvia. **Anais...**Varsóvia: IBSC, 2003. Disponível em: <<http://www.int-birdstrike.org/referenceInformation.cfm?ref=Warsaw>>. Acesso em 10 abr. 2010.

REASON, J. T. **Managing the Risks of Organizational Accidents**. Aldershot: Ashgate, 1997.

STRAUCH, B. **Investigating human error**.Aldershot: Ashgate, 2002.

THORPE, J. Update on fatalities and destroyed civil aircraft due to bird strikes with appendix for 2006 to 2008. In: INTERNATIONAL BIRD STRIKE COMMITTEE MEETING, 27., 2008, Brasília. **Anais...** Brasilia: IBSC, 2008. Disponível em <<http://www.int-birdstrike.org/referenceInformation.cfm?ref=Brasil>>. Acesso em: 05 abril 2010.

VASILIS, L. et al. Assessment and integrated risk management of collisions aircrafts to birds at International Civil Aerodrome of Kavala (N. E. Greece). In: INTERNATIONAL BIRD STRIKE COMMITTEE MEETING, 27., 2005, Atenas. **Anais...**Atenas: IBSC, 2005. Disponível em <http://www.int-birdstrike.org/Athens_Papers /IBSC27 %20 WPVIII-2.pdf>. Acesso em: 05 maio. 2010.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 5. ed. São Paulo:

Atlas, 2004.

VINCOLI, J. W. **Basic guide to system safety**. Hoboken: John Wiley & Sons, 2006.

WELLS, A. T.; RODRIGUES, C. C. **Commercial aviation safety**. 5. ed. New York: McGraw-Hill, 2003.

WOOD, R. H. **Aviation safety programs**.3. ed. Englewood: Jeppesen, 2003.

THE BIRD HAZARD REPORT AS A SAFETY TOOL

ABSTRACT: This Study aims at analyzing the way the Cenipa-15 Form influences the activities of aeronautical accident and incident prevention related to avian risk. Based on this goal, an exploratory research was developed, starting with a review of the Flight Safety concepts which support the Flight Safety activities, and are applicable to the use of the CENIPA-15 Form. Then, there was a contextualization of the avian risk, focusing on the prescriptions of the Brazilian legislation related to the theme, and, also, on the activities related to its control. Next, the applied methodology which characterized this study was outlined, in accordance with the technical procedures utilized, as documentary and bibliographical research. After the literary review, the points of the CENIPA-15 Form converging with the avian risk management activities were identified. These elements were investigated qualitatively in the light of the theories researched. This study showed that the data provided by means of the CENIPA-15 Form were fundamental to the prevention of aeronautical accidents and incidents related to the avian risk.

KEYWORDS: CENIPA 15 form. Bird Hazard. Safety Theories.

ANEXO A – Ações visando à redução dos riscos do perigo aviário

- *Briefing* detalhado considerando os riscos do perigo aviário, incluindo os procedimentos para as áreas com maior probabilidade de colisão;
- Consulta a mapas e cartas com plotagem de áreas e horários onde foram observadas concentração de aves antes de cada voo. Tais cartas devem ser constantemente atualizadas com informações de tripulantes;
- Observação, durante o táxi, de concentrações de aves na pista e na reta de decolagem;
- Leitura de NOTAM;
- Utilização de faróis e radares em áreas de risco, apesar de não haver comprovação científica sobre o tema;
- Seleção de rotas e horários em que a probabilidade de colisão seja reduzida;
- Uso de formaturas abertas em áreas de maior risco;
- Vigilância do espaço aéreo pela tripulação, principalmente na descida e aproximação;
- Redução da velocidade em áreas de risco, atentando para a velocidade de estol da aeronave;
- Evitar voos sobre rios e suas margens, sobre o litoral, e em áreas onde se identificou a presença de aves;
- Alertas no rádio para outras aeronaves e também para órgãos de controle do espaço aéreo,
- Cabrar a aeronave na iminência de uma colisão,
- Uso de óculos, considerando que eles possivelmente evitarão que os olhos dos pilotos sejam atingidos por estilhaços do para-brisas após uma colisão; e
- Mudança de pista ou mesmo o uso de aeródromo alternado caso se considere que é alta a possibilidade de colisão.

A ATUAÇÃO DO BIÓLOGO NO GERENCIAMENTO DO RISCO AVIÁRIO EM AEROPORTOS

Flávio Leôncio Guedes¹

Artigo submetido em 18/06/2011.

Aceito para publicação em 26/08/2011.

RESUMO: O aumento da utilização dos voos, da ampliação e implantação de novos aeroportos, e também o aumento das populações de aves relacionadas ao crescimento urbano, acrescem as ocorrências de colisões entre aeronaves e aves. Os prejuízos causados por estas colisões envolvem aspectos materiais e humanos. As aves são atraídas para aeroportos por várias razões, todas relacionadas a sua sobrevivência. Suas necessidades básicas aumentam o risco de acidentes aeronáuticos em aeroportos, a não ser que um programa de gerenciamento do risco aviário local esteja eficazmente implementado. Em 2010, das colisões reportadas ao Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos - CENIPA, 54,70% não fornecem nenhum tipo de identificação da ave, 9,11% foram colisões com *Coragyps atratus* (Cathartidae), popularmente conhecido como urubu-de-cabeça-preta, e 13,12% com *Vanellus chilensis* (Charadriidae), popularmente conhecido por quero-quero. O Conhecimento sobre a diversidade de espécies que habitam uma área, bem como a formulação e elaboração de estudos, projetos e pesquisas relacionados à preservação e ao melhoramento do meio ambiente é o papel do profissional graduado em biologia. O objetivo deste trabalho é apontar a importância do biólogo no gerenciamento do risco aviário em aeroportos, bem como apresentar e divulgar as atividades, experiências e responsabilidades deste profissional enquanto atuante na gestão de aeroportos.

PALAVRAS CHAVE: Aves. Aviação. Biólogo. Risco Aviário.

1 INTRODUÇÃO

A incidência de colisões envolvendo aves e aeronaves têm aumentado com o crescimento da indústria de aviação (CLEARY et al., 2005), tornando-se cada vez mais frequentes e mais sérias (OACI, 1991), devido ao aumento da utilização dos voos, da ampliação e implantação de novos aeroportos, e também o aumento das populações de aves relacionadas ao crescimento urbano desordenado na periferia de grandes cidades (BASTOS, 2000).

¹ 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

O risco aviário é um problema crescente na indústria aeronáutica, pois colisões durante as trajetórias de voo são comuns no mundo todo (ALLAN, 2000). Isso inclui desde colisões leves a queda de aeronaves e a morte dos passageiros e tripulantes (PEREIRA, 2008).

Qualquer ave, seja pequena ou grande, isolada ou em grupo, pode ser um perigo, e oferecer riscos para as aeronaves em geral (DOOLBER et al., 2000; SOUZA, 2001), pois o impacto está mais diretamente relacionado à alta velocidade da aeronave, sendo que a intensidade dos danos e lesões decorrentes de uma colisão é função da velocidade daquela e da massa da ave (PESSOA et al., 2006). A energia dissipada no impacto depende de vários fatores, mas, de forma simples e aproximada, pode ser calculada pela fórmula $E=1/2 mv^2$, onde m – massa da ave / v – velocidade da ave (BRASIL, 2011b).

A presença de aves em um aeroporto pode ser atribuída a diversos fatores e, normalmente, está relacionada à busca de alimentação, abrigo, segurança, área para nidificação, presença de água e de áreas para descanso (OACI, 1991).

No Brasil, o problema de colisões entre aeronaves e aves ocorre principalmente em áreas urbanas (BASTOS, 2000), pois nestas regiões as aeronaves ocupam a mesma parcela do espaço aéreo usado comumente pelas aves e a oferta de alimento em excesso estimula as aves a frequentarem essas áreas. Considerando-se também a alta diversidade de aves aqui existentes, que é em torno de 1.825 espécies (CBRO, 2009), e equivale à aproximadamente 57% das espécies de aves registradas em toda a América do Sul (MARINI; GARCIA, 2005).

Em 2010, das colisões reportadas pelo CENIPA, 54,70% não fornecem nenhum tipo de identificação da ave, 9,11% foram colisões com *Coragyps atratus* (Cathartidae), popularmente conhecido como urubu-de-cabeça-preta, e 13,12% com *Vanellus chilensis* (Charadriidae), popularmente conhecido por quero-quero (BRASIL, 2011c).

Portanto, conhecer a diversidade de espécies que habitam a área, bem como formular e elaborar estudos, projetos e pesquisas relacionados à preservação,

melhoramento do meio ambiente é o papel do profissional graduado em biologia (BRASIL, 1979). A atuação do biólogo na gestão do risco aviário, no que diz respeito ao estudo da avifauna local, visa contribuir para o fortalecimento de atividades de manejo, preservação e identificação de espécies que têm maior probabilidade de causar colisões aéreas (GUEDES et al., 2010). E também participar das atividades de reporte pelo Sistema de Gerenciamento de Risco Aviário - SIGRA ao CENIPA. Além de realizar registros de dispersão de aves, propor modificações no habitat interno do aeródromo, identificação de focos atrativos e medidas de controle da fauna (IBSC, 2006).

Objetiva-se com este trabalho mostrar a importância do biólogo no gerenciamento do risco aviário em aeroportos, bem como apresentar e divulgar as atividades, experiências e responsabilidades do profissional graduado em biologia enquanto atuante na gestão da presença de aves nos aeroportos.

2 RISCO AVIÁRIO

Com a abundância de aves e a 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 (BRASIL, 2002).

O risco potencial de colisão com ave ou bando de aves, no solo ou em determinada porção do espaço aéreo é denominado Risco Aviário (PESSOA et al., 2006). A probabilidade de colisão e a gravidade da colisão são as duas variáveis do risco de colisões aéreas entre aves e aeronaves, sendo que, segundo o Plano Básico de Gerenciamento do Risco Aviário (PBGRA), o risco aviário é representado pela utilização, concomitante, do espaço aéreo por aves e aeronaves, que acaba por permitir que ocorram colisões entre esses (BRASIL, 2011b).

O número de aves presentes nas rotas de voo e o número de vezes que estas se cruzam no espaço aéreo aumentam a probabilidade de colisão. Quanto

mais pesada for a ave, maior será a carga de impacto sobre a aeronave a uma determinada velocidade de voo (ANAC, 2011).

Entretanto, deve-se considerar um perigo potencial, tanto uma ave pequena isoladamente quanto um bando de aves de qualquer tamanho, porque as colisões sempre oferecem risco às aeronaves (SOUZA, 2001). 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 (GUEDES et al., 2010).

2.1 Fatores e Focos de Atração

Diversos fatores podem atrair as aves nas áreas dos aeroportos, mas normalmente estão diretamente relacionadas à sobrevivência. Muitas espécies adaptaram-se ao ambiente urbano e demonstram que muitos aeroportos, oferecendo áreas verdes e outras condições favoráveis, que são habitats atrativos para reprodução, alimentação, e pernoite. Muitas espécies demonstram ainda que aeroportos são espaços seguros contra inimigos naturais (MENDONÇA, 2009).

Características da área do sítio aeroportuário 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. **Esses** ninhos colaboram com o aumento na população de roedores e répteis que atraem as aves carnívoras (SERRANO et al., 2005). Além disso, a grama muito baixa e o solo exposto propiciam às aves como o quero-quero encontrarem alimento no solo (PORTO et al., 2007).

As atividades antrópicas geradoras de resíduos orgânicos, bem como as atividades comerciais do aeroporto, realizadas sem a devida preocupação com a destinação final dos dejetos orgânicos gerados, contribuem para o aumento de resíduos orgânicos nas áreas dos aeroportos, com conseqüente aumento na

população de aves (PESSOA et al., 2006).

Formações aquáticas tais como os rios, lagos e alagadiços formados pela retenção das águas das chuvas, servem de pontos de dessedentação para as aves e constituem um habitat permanente para o desenvolvimento da vida aquática. Espécimes como peixes, alevinos, algas, larvas de insetos e outros são elementos determinantes na atração de aves que se encontram em busca de alimentos (SOUZA, 2011).

Outros exemplos de focos atrativos de aves são: aterros sanitários, culturas agrícolas, depósitos de grãos, atividades de aquicultura, espelhos d'água, pântanos, valas de drenagem, centros de reciclagem de resíduos sólidos, bosques, construções, criações e pastos para animais de corte, dentre outros (BRASIL, 2011b).

2.2 Estatísticas no Brasil

Os reportes que são enviados ao CENIPA geram gráficos e planilhas com as taxas de colisões. E esses levantamentos de dados estatísticos sobre os índices de colisões de aeronaves com aves é um mecanismo preventivo de vital importância, pois possibilita uma análise de tendências e projeções futuras. Com isto, é possível ativar a comissão local de gerenciamento do risco aviário com a participação de entidades ligadas aos problemas da Área de Gerenciamento do Risco Aviário (AGRA) do aeródromo, bem como auxiliar as autoridades aeroportuárias e governamentais a determinar os pontos focais para abordagem, mediante um programa de prevenção e controle das aves presentes nas áreas de aeroportos e adjacências, com vistas à redução dos índices de colisão (PESSOA et al., 2006).

Entre 1996 e 2010 houve um aumento significativo no número de ocorrências reportadas ao CENIPA (GRÁFICO 1). O aumento de reportes nos últimos anos deve-se ao fato de uma maior conscientização por parte dos pilotos, tripulantes e pessoal da administração aeroportuária, devido ao aumento da divulgação e dos trabalhos envolvidos com o tema risco aviário (GUEDES et al., 2010).

As colisões reportadas por operador (GRÁFICO 3) indicam que a aviação civil lidera em relação ao envio de reportes ao CENIPA, indicando o cumprimento de normas e padrões de gerenciamento do Risco Aviário, que visam à minimização e à prevenção dos possíveis acidentes que possam ser provocados por aves. A exposição ao risco da aviação civil é muito maior pela maior quantidade de voos. A aviação militar é mais exposta, considerando individualmente cada voo, pois aeronaves militares voam mais tempo na parcela do espaço aéreo ocupado pelas aves, mas a quantidade de horas voadas é muito menor que na aviação civil.

Em 2010, no Brasil, das 998 colisões entre aeronaves e aves que foram reportados ao CENIPA (GRÁFICO 2), mais de 54,70% desses relatos não houve a identificação da espécie de ave envolvida na colisão.

A elaboração do mapa de risco, bem como a lista de aves que oferecem maior risco com suas respectivas características físicas e fotos, quando divulgados aos profissionais que trabalham no sítio aeroportuário podem ajudar no momento da confecção da Ficha CENIPA 15, através do SIGRA, no site do CENIPA (2011c) (GUEDES et al., 2010).

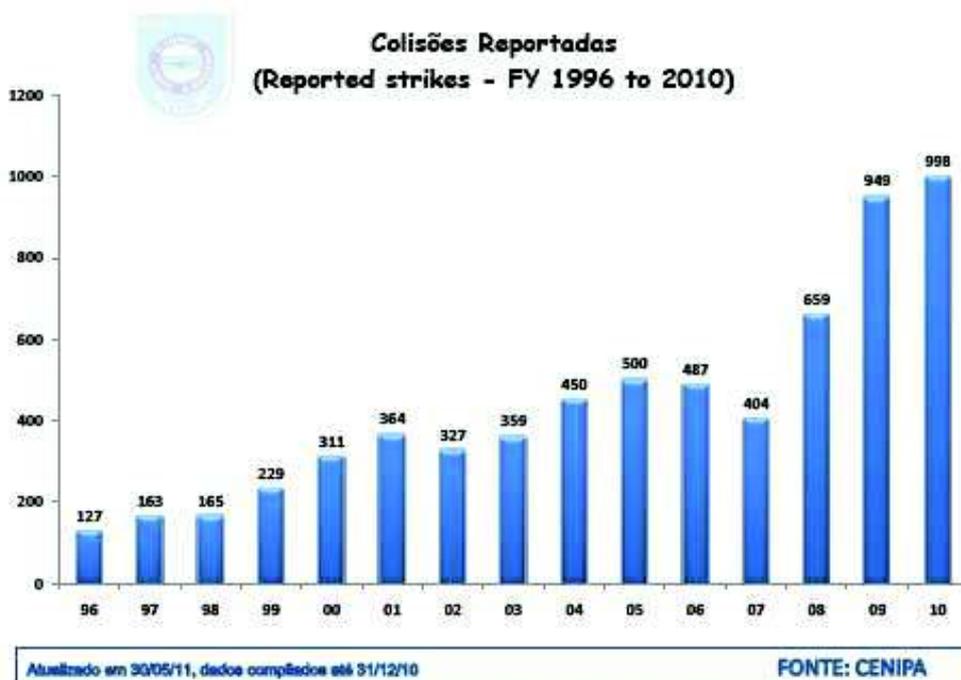


GRÁFICO 1 -. Colisões reportadas ao CENIPA entre 1996 - 2010.



GRÁFICO 2 - Colisões reportadas por tipo de fauna ao CENIPA – 2010.

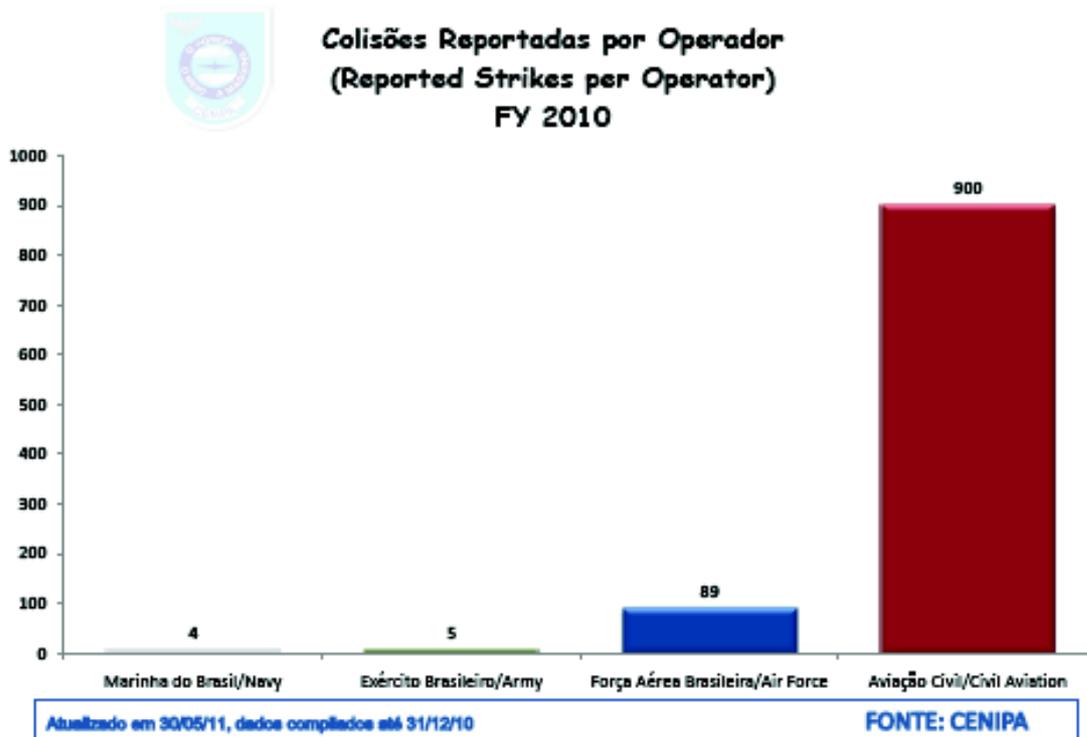


GRÁFICO 3 - Colisões reportadas ao CENIPA por operador - 2010.

3 ESTUDO DA AVIFAUNA EM AEROPORTOS

As aves, por sua própria natureza, não respeitam quaisquer limites do espaço aéreo e dos aeroportos (MENDONÇA, 2009), e são atraídas aos aeroportos por várias razões, todas relacionadas à sobrevivência. A redução do risco relacionado às aves depende de inúmeros fatores em um constante ambiente de mudança (BRASIL, 2011c).

O estudo da avifauna deve ser realizado com apoio de biólogos especializados no tema visto que o produto dessa avaliação será a base científica para o desenvolvimento, implementação e refinamento do programa de gerenciamento do risco aviário e fauna. Nesta fase, além do levantamento dos pontos de atração de aves, deve-se identificar os tipos de espécies e quantidade de aves presentes, hábitos das aves, razões pelas quais as aves são atraídas, e possíveis medidas mitigadoras (JEROME, 1988), e também abordar a vida selvagem de gestão de risco para a formação inicial e recorrente de pessoal do aeroporto na elaboração de um plano de manejo (ESTADOS UNIDOS, 2006). Sendo essencial para esse estudo as seguintes bases teóricas:

a) Introdução à ciência ornitológica, características e adaptações ao nível da anatomia e da fisiologia:

- Características principais da classe das aves e potencialidades como indicadores de alterações ambientais; e
- Aspectos relevantes de anatomia e fisiologia e comparações com outros grupos faunísticos.

b) Evolução das aves e do voo, tipos de penas e colheita de amostras e monitoração:

- Características e mecanismos básicos do voo;
- Evolução, radiação e diversidade; e
- Amostragem e monitoração através das penas.

c) Ciclo de vida, ciclo anual, comportamento e comunicação das aves:

- Ciclo de vida (eclosão, maturação sexual, senescência);

- Ciclo anual das aves;
- Comportamento (sistemas de acasalamento e cuidados parentais);
- Comunicação animal; e
- O canto e outras vocalizações.

d) Ecologia:

- Dieta e nichos tróficos;
- Competição intra e interespecífica;
- Predação e parasitismo - as aves como predadores e presas, como parasitas e hospedeiros, cleptoparasitismo;
- Adaptações das espécies;
- Ecologia das comunidades; e
- Papel das aves nos ecossistemas.

e) Demografia (fatores limitantes e regulação das populações):

- Conceito de população;
- Fluxos populacionais: emigração/imigração;
- Fatores ambientais de regulação de populações;
- Interações predador/presa; e
- Extinções.

f) Migrações de aves e a posição dos aeroportos nos fluxos migratórios, sistemas de orientação:

- Mecanismos de orientação;
- Pistas de orientação;
- Migração; e
- Posição de aeroportos em rotas de migração.

g) Técnicas de observação de aves:

- Equipamentos e técnicas de observação;
- A bioacústica como instrumento de monitoração das aves;
- Identificação; e
- Introdução ao estudo da densidade (transectos e pontos fixos).

h) Técnicas gerais de estudo e monitoração de aves:

- Censos;
- Atlas;
- Captura e marcação;
- Seguimento;
- Amostragem biológica; e
- Fontes bibliográficas (livros, revistas, CDs, Internet, etc.)

i) Ferramentas e técnicas de conservação:

- Identificação de espécies prioritárias para a conservação;
- Legislação Nacional e Internacional;
- Convenções e Acordos Internacionais;
- Áreas Protegidas e Zonas de Proteção Especial para as Aves;
- Áreas Importantes para as Aves;
- Institutos e Organizações Não Governamentais de Meio Ambiente; e
- Conservação dirigida aos habitats e às espécies/populações ameaçadas.

4 GERENCIAMENTO DO RISCO AVIÁRIO

O nível de segurança operacional em aeroportos quanto ao risco aviário está diretamente ligado ao sucesso do gerenciamento deste, que se devem considerar os ecossistemas locais e preocupações com a conservação do meio ambiente (TRANSPORT CANADÁ, 2004).

De modo que esse o gerenciamento do risco aviário compreende as etapas (Fig. 1): identificação do perigo, estimativa das consequências do risco, avaliação do risco associado e definição de estratégias para eliminar ou controlar os perigos identificados.

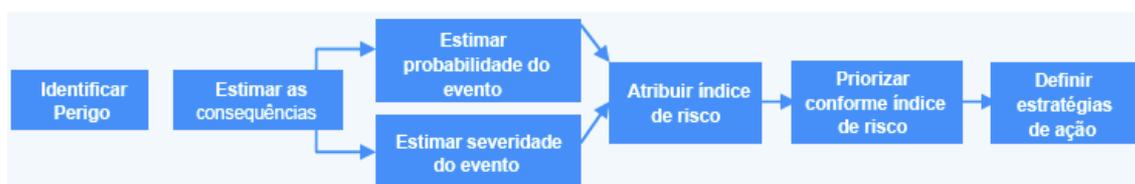


FIGURA 1 - Etapas do gerenciamento do Risco Aviário. Fonte: ANAC (2011).

Mesmo com o risco de colisões entre aeronaves estando sempre presente, independentemente do programa de gerenciamento do risco aviário, existe evidência científica que comprova que programas bem implementados e supervisionados, com o suporte da alta administração, reduzem efetivamente a probabilidade e a severidade de acidentes e incidentes aeronáuticos relacionados ao risco aviário, conseqüentemente melhorando a segurança operacional do aeroporto (MENDONÇA, 2009).

Uma gestão eficaz requer que seja elaborado um programa de gerenciamento do Risco Aviário dentro do ambiente aeroportuário que possa reconhecer os riscos dos danos causados a aeronaves e os acidentes e incidentes deles decorrentes (JEROME, 1988).

Para Jerome (1988), fazem parte do Programa de Gerenciamento do Risco Aviário, ações como:

- a) identificar focos de atração de aves dentro e no entorno do aeródromo. Nesta fase, além do levantamento dos pontos de atração de aves, deve-se identificar os tipos de espécies e quantidade de aves presentes, hábitos, razões pelas quais são atraídas, e possíveis medidas mitigadoras;
- b) avaliar as possibilidades legais decorrentes do risco aviário dentro e no entorno do aeródromo;
- c) definir responsabilidades e delegar autoridade no desenvolvimento e implementação do programa de controle do risco aviário e fauna;
- d) identificar fontes de assistência técnica. Todos os aspectos de suporte e assistência técnica podem ser obtidos de diversas fontes, incluindo agências e instituições governamentais, organizações de defesa do meio ambiente e apoio técnico de comitês internacionais;
- e) buscar informações sobre técnicas de gerenciamento do risco aviário;
- f) desenvolver um programa de gerenciamento do risco aviário baseado nos resultados do levantamento científico das espécies e pontos de atração de aves dentro e no entorno do aeródromo, e deve incluir ações e procedimentos

necessários para tornar tais áreas pontos não atrativos para essas espécies. O programa deve incluir ainda procedimentos para lidar com espécies migratórias;

g) desenvolver um subprograma de treinamento para os profissionais envolvidos no programa. Tal subprograma deve incluir: identificação e comportamento das aves identificadas; técnicas de manejo de aves; e o mais importante, procedimentos de segurança operacional de aeroporto. Todos os profissionais envolvidos devem passar pelo treinamento, que deve ter uma fase inicial e reciclagens periódicas;

h) estabelecer um subprograma de reporte do risco aviário. A análise das situações de risco e das colisões é essencial para a determinação da magnitude, natureza e severidade do problema, e ainda quando da avaliação da eficácia do programa de controle do risco aviário. Os reportes deste subprograma deverão ser enviados ao CENIPA, órgão responsável pelo e do recebimento e do tratamento das fichas;

i) desenvolver procedimentos de controle de qualidade com inspeções periódicas e avaliações da qualidade;

j) promover a coordenação e a participação de agências e institutos governamentais e organizações de proteção do meio ambiente nas ações e procedimentos do programa;

k) manter um registro diário das diversas atividades do programa. Tais registros avaliarão o sucesso e os pontos fracos do programa, servindo ainda como base para os reajustes necessários; e

l) avaliar o programa, sendo os resultados incorporados em um relatório, que deve ser encaminhado às diversas agências, instituições e organizações envolvidas no programa, as empresas aéreas usuárias do aeroporto, e quem mais o gerente do programa achar conveniente.

5 ATUAÇÃO DO BIÓLOGO

O Biólogo enquanto atuante no processo de gerenciamento do risco aviário e no sistema de gestão ambiental dos aeroportos, sob o prisma da segurança

operacional, contribui na assessoria especializada com aplicação dos conhecimentos técnicos e científicos.

A atuação direta na identificação dos fatores de atração de aves, bem como toda base científica para o desenvolvimento, implementação e refinamento do programa de gerenciamento do risco aviário e a condução de estudos para conhecimento do comportamento das aves que adotam rotas habituais que interceptam rotas de navegação aérea ocorre sob a coordenação desse profissional (BEZERRA, 2011).

Ao avaliar os riscos visando estimar a probabilidade e severidade dos acidentes, e ao propor medidas para reduzir ou eliminar as colisões entre aeronaves e aves, o biólogo, fornece métodos para lidar com as aves e medidas para reduzir os focos de atração destas. Além de fornecer elementos para melhor compreensão do comportamento natural das aves.

Esse profissional atua seguindo uma série de etapas e aplica um conjunto de atividades ao gerenciar o risco aviário (QUADRO 1). Entre elas identificar os perigos, estimar as consequências, avaliar os riscos e agir em prol da eliminação ou mitigação do risco.

Quanto à atuação no Sistema de Gestão Ambiental, o biólogo se fundamentará em três linhas principais, que norteiam os programas de ações ambientais (INFRAERO, 2011):

- a) Atendimento à legislação: **acompanhar processos de licenciamento dos aeroportos para cumprir a legislação ambiental.**
- b) Ecoeficiência: **buscar ações voltadas para o uso eficiente dos recursos naturais, o aumento de produtividade e a redução de custos.**
- c) Educação e comunicação: **desenvolver ações de sensibilização relativas às questões ambientais para o público interno e externo da empresa.**

Cabe ao Biólogo também a participação ativa em Programas Ambientais dentro do ambiente aeroportuário a fim de materializar ações e projetos

compreendidos nos Programas Ambientais definidos pela Superintendência de Meio Ambiente.

QUADRO 1 - Matriz de risco da fauna

Etapa	Principais Atividades
	Identificação de Fatores Atrativos;
Identificação de Perigos	Identificação de Espécies no Ambiente do Aeroporto; e
Estimar as Consequências	Identificação das Principais Regiões de Concentrações de Aves. Assessorar a Área de Segurança Operacional com Conhecimento sobre Porte, Hábitos e outras Características das Aves.
Avaliar os Riscos	Assessorar a Área de Segurança Operacional Estimando a Probabilidade de uma Ocorrência e a Severidade das Ocorrências Possíveis
Ações para Eliminação ou Mitigação do Risco	Captura e Manejo de Aves; e Coordenação da Atividade de Dispersão de Aves.

Fonte: ANAC (2011)

6 CONCLUSÃO

Estudar a avifauna requer conhecer a diversidade de espécies que habitam a área, e contribuir para o fortalecimento de atividades de preservação. Em um sítio aeroportuário sempre terá as aves próprias da região em que está localizado, mas os conhecimentos prévios dos hábitos e habitats naturais de cada espécie são importantes para as medidas de prevenção e para a utilização processos de modificação ambiental, que podem reduzir os atrativos para as aves, e desta forma minimizar ou eliminar o risco de ocorrerem colisões.

A eficácia do gerenciamento do risco aviário no âmbito aeroportuário se torna mais determinante quando há atuação do Biólogo na gestão, fato este já é reconhecido por profissionais, universidades e instituições que lidam com o problema e mesmo entidades de regulação da aviação civil.

Na Aviação Civil, profissionais especialistas na área, já desempenham o papel de gestores do risco aviário e constata-se nos reportes enviados ao CENIPA, nos últimos anos, que o aumento da divulgação e dos trabalhos envolvidos com o

tema, está influenciando na conscientização por parte dos pilotos, e que profissionais da área devem estar inseridos também dentro da Força Aérea Brasileira, em especial no Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos, cuja missão é promover a prevenção de acidentes aeronáuticos, preservando os recursos humanos e materiais, visando ao progresso da aviação brasileira.

Pesquisas realizadas por profissionais capacitados são necessárias, pois visam entender o comportamento das aves quando próximas aos aeroportos. O gerenciamento do risco aviário é complexo e envolve ciência e técnicas. A participação de legisladores e agências reguladoras também é necessária para o estabelecimento de normas e padrões a serem seguidos.

Ainda não há um mecanismo eficaz com capacidade para resolver em definitivo este problema, mas através de estudos e pesquisas sobre o tema empregados nos aeroportos, são capazes de diminuir as ocorrências.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (Brasil). **Carta de Segurança Operacional**. 3.ed. Brasília: ANAC, 2011.

ALLAN, J. **Bird Strikes as a hazard to aircraft**: A changing but predictable and manageable threat. International Bird Strike Committee. Central Science Laboratory, United Kingdom. 2000.

BASTOS, L. C. Brazilian avian hazard control program – educational initiatives. International Bird Strike Committee. In: INTERNATIONAL BIRD STRIKE COMMITTEE MEETING, 25., 2000, Amsterdam. Proceedings... Amsterdam, Netherlands. 2000.

BEZERRA, C. L. B. O biólogo e o gerenciamento do Perigo Aviário em aeroportos. In: AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (Brasil). **Carta de Segurança Operacional**. 3.ed. Brasília: ANAC, 2011

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **Estatísticas totais do perigo fauna 2009 – 2010**. 2011a. Disponível em: <[http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/Anexos/article/21/Estatistica%20Perigo%20Fauna%202010_vfinal%20\(Ingles\).pdf](http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/Anexos/article/21/Estatistica%20Perigo%20Fauna%202010_vfinal%20(Ingles).pdf)>. Acesso em: 18 jun. 2011.

_____. **Plano Básico de Gerenciamento do Risco Aviário: PCA 3-2.** Brasília: CENIPA, 2011b.

_____. **Avaliação do risco de acidente aeronáutico provocado por colisão com aves na área do entorno do aeroporto de Natal.** RN. Brasil. 2002.

_____. **CENIPA.** Disponível em :<<http://www.cenipa.aer.mil.br>>. Acesso: 23 ago. 2011c.

BRASIL. **Lei nº 6684.** Regulamenta a profissão de Biólogo cria o Conselho Federal e o Conselho Regional de Biologia, e dá outras providências. 1979.

CLEARY, E. C.; DOLBEER, R. A. **Wildlife hazard management at airports: a manual for airport personnel.** 2. ed. FAA: Washington, D.C., 2005.

COMITÊ BRASILEIRO DE REGISTROS ORNITOLÓGICOS. 2009. **Lista de aves do Brasil.** Versão 9/8/2009. Disponível em: <<http://www.cbro.org.br>>. Acesso em: 12 dez. 2009.

DOLBEER, A. R. Bird damage to turbofan and turbojet engines in relation to phase of flight: why speed matters. **ICAO Journal**, Canadá, n. 3, p. 21-24, set. 2007.

ESTADOS UNIDOS. Federal Aviation Administration. **Draft AC 150/5200-36A: Qualifications for Wildlife Biologist Conducting Wildlife Hazard Assessments and Training Curriculums for Airport Personnel Involved in Controlling Wildlife Hazards on Airports.** 2006.

GUEDES, F. L. et. al. Avifauna Relacionada ao risco de colisões aéreas no Aeroporto Internacional Presidente Juscelino Kubitschek, Brasília, Distrito Federal, Brasil. **R. Conex. SIPAER**, v. 2, n. 1, p. 230-243, nov. 2010.

INTERNATIONAL BIRD STRIKE COMMITTEE. **Standards For Aerodromes Bird/Wildlife Control.** IBSC Best Practices n.1.2006. Traduzido e adaptado pelo Maj Av Henrique Rubens Balta de Oliveira.

INFRAERO. **Meio Ambiente.** Disponível em: <<http://www.infraero.gov.br/index.php/br/meio-ambiente.html>>. Acesso em: 10 mar. 2011.

JEROME, E. A. J. **Coping with the bird-hazard menace.** 1988. Disponível em: <www.flightsafety.org/ao/ao_jul-aug88pdf>. Acesso em: 10 jan. 2011.

MARINI, M. A.; GARCIA, F. I. Conservação de aves no Brasil. **Megadiversidade**, n. 1, p.95-102, 2005.

MENDONÇA, F. A. C. Gerenciamento do Perigo Aviário em Aeroportos. **Rev. Conexão SIPAER**, v. 1, n. 1, p. 153 – 173, nov. 2009.

ORGANIZAÇÃO DE AVIAÇÃO CIVIL INTERNACIONAL. **Manual de servicios de**
ISSN 2176-7777

aeropuertos: Bird Control and Reducion. doc 9137 NA/898. Cairo, Egito, 3. ed., parte 3. 1991.

PEREIRA, J. C. **Perigo aviário diante da conexão dos direitos ambientais e aeronáuticos.** 2008. Monografia (Especialização em Gestão da Aviação Civil) - Centro de Formação de Recursos Humanos em Transportes, Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

PESSOA, J. A. et al. Controle do Perigo Aviário Causado pó Aves com Adoção de Medidas Mitigadoras. In:CONGRESSO DA SOBER.. **Anais....** UFRPE. Recife, 2006.

PORTO, P. M. et. al. **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.

SOUZA, C.A.F. **Procedimentos de Gestão Ambiental em Aeroportos.** 2001. Monografia (Especialização) - Centro de Formação de Recursos Humanos em Transportes, Universidade de Brasília, Brasília, 2001.

TRANSPORT CANADA. **Sharing the skies manual:** an aviation guide to the management of wildlife hazards. Ottawa, 2004.

THE ROLE PLAYED BY BIOLOGISTS IN THE AVIAN RISK MANAGEMENT AT AIRPORTS

ABSTRACT: Increased use of flights, the expansion and deployment of new airports, and also increased in bird populations associated with urban growth aggravate the occurrence of collisions between aircraft and birds. The damage caused by these collisions involves human and material aspects. Birds are attracted to airports for a number of reasons, all related to their survival. Their basic needs increase the risk of aircraft accidents at airports, unless an avian risk management program is effectively implemented. In 2010, of the collisions reported to the Aeronautical Accident Investigation and Prevention Centre - CENIPA, 54,70% did not provide any bird identification, 9,11% were collisions with *Coragyps atratus* (Cathartidae), popularly known as the *urubu-de-cabeça-preta* (South American vulture), and 13,12% with *Vanellus chilensis* (Charadriidae), popularly known as *quero-quero* (South American lapwing). Knowledge of the diversity of species inhabiting an area, as well as formulation and elaboration of studies and research projects concerning the preservation and improvement of the environment is the role of the biologist. The objective of this scientific work is to point out the importance of avian risk management by biologists at airports, as well as to present and promote the activities, experiences and responsibilities of these professionals while acting in the management of airports.

KEY WORDS:Birds. Aviation. Biologist. Avian Risk.

GERENCIAMENTO DA SEGURANÇA OPERACIONAL NA AVIAÇÃO: EM DIREÇÃO AO SISTEMA INTEGRADO DE GESTÃO

George Christian Linhares¹

Artigo submetido em 26/06/2011.

Aceito para publicação em 25/08/2011.

RESUMO: O problema de garantir a segurança das operações é inerente a qualquer atividade produtiva, não sendo diferente para atividades realizadas no âmbito da aviação. Na atualidade, o modelo de Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional – SGSO da *International Civil Aviation Organization* - ICAO é adotado como referência em vários países como requisito regulamentar, prática de empresas do setor e referência para gerenciamento da segurança operacional por parte do Estado. O presente trabalho, primeiro produto de um projeto de pesquisa, se insere dentro de um contexto de recepção do SGSO como ferramenta de uma abordagem sistêmica e gerencial ao problema da segurança operacional e elemento-chave de uma proposta de regulação com base em desempenho. O objetivo do artigo é estabelecer uma comparação crítica entre o modelo de SGSO demandado pela regulamentação brasileira aplicável ao operador aéreo e a norma de sistema de gestão da qualidade ISO 9001 com o intuito de identificar elementos comuns e divergências quanto a conceitos, abordagens ou mesmo requisitos. Para cumprimento do objetivo, adotou-se como metodologia a identificação e listagem de todos os requisitos relacionados a cada sistema como meio de se estabelecer *corpus* para aplicação da técnica de análise de conteúdo. Com base nessa comparação discute-se sobre a expectativa de se trabalhar dentro de uma perspectiva de sistemas integrados de gestão e os possíveis impactos disso para organizações e para a prática de regulação de segurança operacional na aviação.

Palavras-chave: Aviação. Segurança Operacional. Sistema Integrado De Gestão.

1 INTRODUÇÃO

O problema de garantir a segurança das operações é inerente a qualquer atividade produtiva, não sendo diferente no que se refere àquelas atividades realizadas no âmbito da aviação. De fato, essa indústria demonstra preocupação histórica com a prevenção de acidentes e, concomitantemente, com sua evolução enquanto meio de transporte de massa, foram sendo desenvolvidas abordagens

¹ Graduado em Administração de Empresas e Mestre em Administração pela Universidade Estadual do Ceará (UECE). Atualmente é Especialista em Regulação da Aviação Civil na Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC). george.bezerra@anac.gov.br

com meios e métodos mais sofisticados para tentar manter as operações dentro de níveis de segurança os mais altos possíveis.

Praticamente em paralelo ao desenvolvimento da aviação tem-se a estruturação da Teoria Geral dos Sistemas, iniciada com os primeiros enunciados publicados por Bertalanffy (1977), no final da década de 1920. Esse autor defende que a única maneira inteligível de compreender o funcionamento de uma organização é tomá-la como um sistema, uma vez que a análise dos sistemas trata a organização como um sistema de variáveis mutuamente dependentes (BERTALANFFY, 1977).

Não tardou para que as contribuições da Teoria Geral dos Sistemas fossem absorvidas pelo arcabouço de referências da disciplina de Gestão das Organizações, área do conhecimento onde encontrou grande receptividade dada a aplicabilidade ao estudo dos problemas relacionados à natureza sócio-técnico das organizações humanas (STONER; FREEMAN, 1995).

Marco dessa receptividade é o desenvolvimento dos sistemas de gestão, que ganha corpo notadamente a partir da década de 1980 com a disseminação da prática de sistemas de gestão da qualidade (GARVIN, 2002). A evolução dos sistemas de gestão é de tal forma notável que promoveu ambiente para o surgimento da série de normas ISO 9000, que trazem requisitos e orientação para implantação de um sistema de gestão da qualidade que pode ser certificável e reconhecido em âmbito internacional.

Com a publicação do DOC 9859, em 2006, a *International Civil Aviation Organization* – ICAO adota, como referência para seus Estados-membros, a abordagem de gerenciamento da segurança operacional baseada em sistemas de gestão (ICAO, 2006a). Na atualidade, o modelo de *Safety Management System* – SMS ou Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional – SGSO, como recepcionado no Brasil, é adotado em vários países como requisito regulamentar, prática de empresas do setor e mesmo para nortear a ação dos Estados no gerenciamento da segurança operacional da indústria.

Alinhado com essas referências, o Estado brasileiro assumiu, em janeiro de 2009, compromisso de adotar o SGSO como ferramenta em seu processo de gerenciamento da segurança operacional do sistema de aviação civil do país. O Programa Brasileiro de Segurança Operacional (PSO/BR) estabelece no § 1º do seu artigo 2º que, complementando os dispositivos normativos editados pela ANAC e pelo COMAER, deve ser estabelecida regulação para que os provedores de serviços da aviação civil e os provedores de serviços de navegação aérea, respectivamente, implantem e operacionalizem seus SGSO. (BRASIL, 2009a)

É nesse contexto de recepção do SGSO como ferramenta dentro de uma abordagem sistêmica e gerencial ao problema da segurança operacional e elemento-chave de uma proposta de regulação baseada em desempenho que se insere o presente trabalho, primeiro produto de projeto de pesquisa que busca discutir modelos de sistemas de gestão e outras referências de utilidade para revisão do atual modelo de SGSO recomendado pela ICAO.

O objetivo do artigo é estabelecer comparação crítica entre o modelo de SGSO requerido pela regulamentação brasileira aplicável ao operador aéreo e a norma de sistema de gestão da qualidade NBR ISO 9001, com o intuito de identificar elementos comuns e divergências quanto a conceitos, abordagens ou requisitos. A partir da comparação se discute sobre a expectativa de se trabalhar dentro da perspectiva de sistemas integrados de gestão e possíveis impactos disso.

Adota-se como metodologia a identificação e listagem dos requisitos relacionados a cada sistema como meio de estabelecer *corpus* para aplicação da técnica de análise de conteúdo que, segundo Bardin (1979), compreende conjunto de técnicas de análise que visam à inferência de conhecimentos a partir de conteúdos de comunicação.

Em termos de estrutura, o artigo apresenta na próxima seção uma revisão sobre as bases da regulamentação acerca da segurança operacional na aviação, enfatizando a regulamentação brasileira. A segunda seção traz breve descrição sobre a série de normas de sistemas de gestão da qualidade ISO. Em seguida,

explicações sobre a metodologia de trabalho empregada, apresentação e discussão dos resultados e as conclusões.

2 REGULAMENTAÇÃO DA SEGURANÇA OPERACIONAL NA AVIAÇÃO CIVIL

Originalmente dedicado ao serviço de transporte público de correios e mercadorias, o modal aéreo apresentava-se pouco e diferentemente regulado em cada país. É ao final da segunda guerra mundial, quando surge como meio de transporte público de passageiros em massa, que cresce a demanda para uma regulação mais estrita e, principalmente, por uma regulamentação técnica com base em referências aceitas internacionalmente (RHOADES, 2008).

Realizada na cidade de Chicago, no final do ano de 1944, a *Convention on International Civil Aviation* – CICA, representa o marco histórico para consolidação de uma estrutura regulatória em âmbito internacional para diversos aspectos relacionados à aviação civil e que inicia com a previsão para criação da *International Civil Aviation Organization* – ICAO (ICAO, 2011).

Contemporaneamente a ICAO é uma agência especializada da Organização das Nações Unidas. Formada por representantes de quase duas centenas de países, tem a missão de promover o desenvolvimento de uma aviação civil internacional segura e eficiente mediante a padronização e acordos em aspectos críticos (ICAO, 2011).

Nessa lógica e enfatizando a regulamentação da segurança operacional, com a publicação do DOC 9859 em 2006, a ICAO adota como referência, a abordagem de gerenciamento da segurança operacional baseada em sistemas de gestão (ICAO, 2006a). A base racional está fundamentada sobre contribuições da área de fatores humanos da psicologia organizacional (REASON, 2000; 2004) e alinhada com a perspectiva sócio-técnica das organizações (STONER; FREEMAN, 1995) que induz uma visão da organização como sistema.

Segurança operacional é o termo que o regulador brasileiro escolheu para traduzir o termo da língua inglesa *safety*. O conceito de *safety* se apresenta nesse

contexto como um aspecto importante dentro da dinâmica de qualquer organização, sendo definido como:

The state in which the possibility of harm to persons or of property damage is reduced to, and maintained at or below, an acceptable level through a continuing process of hazard identification and safety risk management.(ICAO, 2009,p. 14).

O conceito traz a noção de segurança como um estado desejável onde o risco é mantido sob controle por estarem as atividades produtivas submetidas a um processo de gestão que garanta a definição de política e objetivos, diretrizes e requisitos, monitoramento contínuo do desempenho e gerenciamento dos riscos associados à realização das atividades.

Nessa perspectiva, o SGSO é apresentado como ferramenta gerencial por meio da qual um Provedor de Serviço de Aviação Civil - PSAC deve consolidar seus processos de gestão voltados para garantia da segurança de suas operações. Essa mesma ferramenta é elemento central para o gerenciamento da segurança operacional do sistema nacional de aviação civil por parte do Estado, que deve buscar uma abordagem de regulação com base na aceitação de padrões de desempenho compromissados pelos PSAC e monitoramento desse desempenho.

As referências para estruturação de um SGSO estão consolidadas no DOC 9859 (ICAO, 2009) e cada país deve definir em seu arcabouço regulatório os requisitos mínimos para seus PSAC. Como compromisso estabelecido dentro do PSO/BR, o Brasil, por intermédio da Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC estabeleceu regulamentação voltada para os PSAC: operadores de aeronaves (serviços públicos e privados), administradores de aeródromos, aeroclubes, escolas de aviação civil e centro de treinamento. Quanto aos prestadores de serviço de tráfego aéreo, a competência é do Departamento de Controle do Espaço Aéreo - DECEA, que também estabeleceu regulamentação própria.

O Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos – CENIPA assume um papel integrador, mantendo sua atuação dentro da lógica do Sistema de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos – SIPAER. Assim, atua de forma abrangente

em atividades de monitoramento do setor e orientando ações de todos os elos do SIPAER, o que compreende PSAC e mesmo outras entidades da estrutura do Estado que atuam no sistema.

O quadro 1 apresenta os instrumentos normativos vigente no país que disciplinam a implantação e desenvolvimento de SGSO.

QUADRO 1 – Instrumentos normativos sobre segurança operacional na aviação

Instrumento	Responsável	PSAC público-alvo
Resolução ANAC nº 106, de 30/06/2009	ANAC	Pequenos provedores de serviço de aviação civil: I - operadores que executem serviços aéreos especializados; II - operadores aéreos de segurança pública e/ou de defesa civil; III - Escolas de Aviação Civil (ou Centros de Instrução, regidos pelo RBHA/RBAC 141); IV - Centros de Treinamento; V - Aeroclubes; e VI - operadores de aeródromo civil que tenham processado menos de 400.000 passageiros (embarcados e desembarcados) no ano anterior.
RBAC nº 121, de 17/03/2010	ANAC	Operadores aéreos que realizem operações domésticas, de bandeira e suplementares, detentores de um Certificado de Empresa de Transporte Aéreo emitido segundo o RBAC 119.
RBAC nº 135, de 25/08/2010	ANAC	Operadores aéreos que realizem operações complementares ou por demanda de um solicitante ou detentor de um Certificado de Empresa de Transporte Aéreo segundo o RBAC 119.
RBAC nº 139, de 11/05/2009	ANAC	Operadores de Aeródromos com movimentação anual de passageiros embarcados e desembarcados superior a 1.000.000.
NSCA 3-3, 31/10/2008	CENIPA	Todos os provedores de serviço de aviação civil e demais elos do SIPAER.
ICA 3-2, de 31/03/2010	CENIPA	Todos os provedores de serviço de aviação civil e demais elos do SIPAER.
ICA 63-26, de 09/06/2010	DECEA	Entidades integrantes do Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro (SISCEAB).
DCA 63-3, de 27/02/2009	DECEA	Provedores de Serviços de Navegação Aérea, excluindo processos e atividades relativas à segurança patrimonial, proteção ao meio ambiente ou qualidade dos serviços prestados.

Fonte: Autor.

Para os fins do artigo e dada à limitação de espaço, será enfatizada a regulamentação destinada ao operador aéreo certificado que realiza operações reguladas pelo RBAC 121. Tal escolha se justifica por se tratar de regulamentação moderna para o país, publicada em 2010, já trazendo todas as referências da versão atual do DOC 9859. Além disso, trata-se de grupo de PSAC que, dado o porte de

suas operações demandam estrutura organizacional maior, condição comum à implantação de sistemas de gestão da qualidade (INMETRO, 2011).

O RBAC 121 traz os requisitos operacionais da autoridade de aviação civil brasileira para operações domésticas, de bandeira e suplementares em 23 subpartes que abrangem diversos aspectos da operação, incluindo a obrigação de implantar, desenvolver, manter e garantir a melhoria contínua de um SGSO na seção 121.1201 (ANAC, 2010a).

O apêndice Q ao regulamento define a estrutura para implantação e manutenção do sistema, trazendo um modelo de SGSO composto por quatro componentes e 13 elementos. O quadro 2 apresenta as características do conjunto de requisitos por componente do sistema e o detalhamento de cada elemento e respectivos requisitos é apresentado no Apêndice A.

QUADRO 2 – Características dos componentes do SGSO

Componente	Conteúdo do conjunto de requisitos
Política e Objetivos de Segurança Operacional	Diretrizes para o gerenciamento da segurança operacional abrangendo objetivos e definição de responsabilidades; coordenação do planejamento de resposta à emergência e controle da documentação relacionada ao sistema.
Gerenciamento dos Riscos à Segurança Operacional	Elementos para definição de um processo contínuo de gerenciamento do risco que compreenda: identificação de perigos, análise dos perigos e avaliação dos riscos em termos das dimensões probabilidade e severidade.
Garantia da Segurança Operacional	Previsões para o monitoramento do desempenho organizacional sob a dimensão da segurança operacional e processo de ações corretivas e preventivas, incluindo aspectos de gestão da mudança e melhoria contínua.
Promoção da Segurança Operacional	Treinamento do pessoal e estrutura de comunicação relacionada à segurança operacional.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em ANAC (2010a).

3 NORMAS DE SISTEMAS DE GESTÃO DA QUALIDADE ISO 9000

Segundo Paladini (2004), a Gestão da Qualidade pode ser entendida como um conjunto de atividades estruturadas de forma planejada, abrangente e evolutiva, destinadas a viabilizar a política da qualidade e os objetivos gerais da organização em termos da qualidade.

O melhor modelo que se apresenta para a gestão da qualidade é o sistema,

pela organização estrutural e interação entre os seus diversos elementos constituintes. Para Paladini (2004), a aplicação da abordagem sistêmica à qualidade nasceu de um ajuste notável:

[...] os conceitos básicos da teoria geral dos sistemas eram perfeitamente aderentes aos princípios da qualidade. A partir dessa adequação surgiu, como decorrência elementar, a utilização da estrutura de sistema à estrutura que deve planejar, gerenciar, desenvolver e avaliar a qualidade. (PALADINI, 2004, p. 110)

Assim, pode-se definir um Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) como a estrutura planejada e implementada para que os processos internos da organização (produtivos e de suporte) sejam executados de modo racional e integrados, a fim de que os resultados desses processos estejam em conformidade com os objetivos definidos pela organização.

As normas técnicas da série ISO 9000 constituem-se um padrão de referência para a implantação e desenvolvimento de um SGQ que se propõe genérico, no sentido de aplicável a qualquer tipo de organização. A sigla ISO refere-se à International Organization for Standardization, organização não-governamental que tem como finalidade promover a padronização e normatização em abrangência internacional de produtos e serviços. O modelo de SGQ da ISO tem aceitação mundial e a família ISO 9000 é composta de três normas, cada uma com conteúdo específico: ISO 9000 - Princípios, fundamentos e vocabulário; ISO 9001 - Requisitos; ISO 9004 - Diretrizes para melhoria de desempenho (ABNT, 2008).

No Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT é responsável pela edição das normas, somando a sigla NBR às suas edições. A aposição do numeral 2008 à ISO 9001 refere-se ao ano de edição no Brasil.

Para os fins deste artigo, interessa conhecer os requisitos apresentados pela NBR ISO 9001, os quais representam necessidade ou expectativa relacionada à estrutura do SGQ e que é expressa, geralmente, de forma implícita ou obrigatória. Os requisitos para produto, por exemplo, devem considerar as necessidades dos clientes, a legislação aplicável e expectativas da própria organização; os requisitos

para o sistema de gestão são os especificados na norma e são apresentados sob forma de itens e subitens, agrupados em cinco seções (Quadro 3):

QUADRO 3 – Conteúdo das seções da NBR ISO 9001:2008

Seção	Conteúdo
4 - Sistema de Gestão da Qualidade	Requisitos gerais e os relacionados à documentação do SGQ. Define que a organização deve estabelecer, documentar, implementar e manter um SGQ e melhorar continuamente a sua eficácia de acordo com os requisitos da norma.
5 - Responsabilidade da Direção	Requisitos referentes à responsabilidade da Alta Direção, considerando seu papel no planejamento, definição de responsabilidades, comunicação interna e análise crítica.
6 - Gestão de Recursos	Requisitos referentes à gestão dos recursos (financeiros, humanos, infraestrutura e condições de trabalho) necessários para a manutenção e melhoria do SGQ.
7 - Realização do Produto	Requisitos referentes ao planejamento da realização do produto. Compreende a identificação dos requisitos do cliente para o produto, projeto de desenvolvimento do produto, processo de aquisição, ao controle da produção e fornecimento e ao controle dos dispositivos de medição e monitoramento.
8 - Medição, análise e melhoria	Requisitos referentes ao planejamento e implementação dos processos necessários para demonstrar a conformidade do produto, assegurar a conformidade e melhorar continuamente a eficácia do SGQ, incluindo monitoramento e medição, controle de produto não conforme, análise dos dados e melhoria.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de ABNT (2008).

Conforme expressa a introdução da norma, essa não inclui requisitos específicos para outros sistemas de gestão, tais como gestão ambiental, gestão de segurança e saúde ocupacional, gestão financeira ou de risco. No entanto, possibilita alinhamento ou integração do SGQ com requisitos de outros sistemas de gestão, bem como considera possível a adaptação de sistemas de gestão existentes para estabelecer um SGQ que cumpra com seus requisitos (ABNT, 2008).

4 METODOLOGIA

Posto o objetivo de estabelecer comparação crítica entre o modelo de SGSO e a norma NBR ISO 9000:2008, recorreu-se primeiramente à pesquisa exploratória baseada em revisão bibliográfica dos dois textos normativos buscando necessária familiarização com o conteúdo. Após a familiarização com os textos, recorreu-se à

técnica de análise de conteúdo como método de pesquisa. Conforme explica Bardin (1979), a análise de conteúdo compreende:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos, sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens. (BARDIN, 1979, p. 42)

A autora organiza as fases da análise de conteúdo em três principais etapas: i) pré-análise; ii) exploração do material; e iii) tratamento dos resultados, inferência e interpretação (BARDIN, 1979). A figura 1 se baseia nessa metodologia, adaptada às particularidades da pesquisa.

Os textos do RBAC 121 e da NBR ISO 9001 são considerados *corpus* distintos e estabelece-se como critério a identificação de requisitos relacionados à estruturação dos sistemas de gestão. Assim, considera-se requisito como toda e qualquer referência à necessidade, expectativa ou obrigação estabelecida e que esteja vinculada à estrutura do sistema.

A demarcação do que seja requisito mantém-se, assim alinhada com os termos e definições apresentados pela NBR ISO 9000 (ABNT, 2005). Os requisitos são, portanto, associados a indicadores que são verbos de ação ou expressões que tragam o sentido de necessidade ou expectativa a ser atendida pela organização ou obrigação a ser cumprida pela organização.

Para o tratamento dos dados, adotou-se a análise do tipo temática de acordo com temas previamente definidos e categorias predefinidas. Com atenção ao objetivo da pesquisa e buscando trabalhar os resultados de forma a possibilitar uma comparação preliminar, porém sistematizada, partiu-se do princípio da melhoria contínua presente em ambos os sistemas.

Assim, recorreu-se à conhecida metodologia PDCA (*Plan-Do-Check-Act*), apresentada pela NBR ISO 9001 como ferramenta de utilidade para implantação de um sistema de gestão da qualidade. A categorização dos requisitos foi estabelecida

entre Planejamento, Execução, Monitoramento e medição e Ações para melhoria, respectivamente indicadas por P, D, C e A. Os indicadores compreendem previsões para planejamento ou elaboração de algo (planejamento), execução de algo (execução), controle e avaliação de processos ou produtos (controle) e demanda por tomadas de ações após atividade de controle (ações para melhoria).

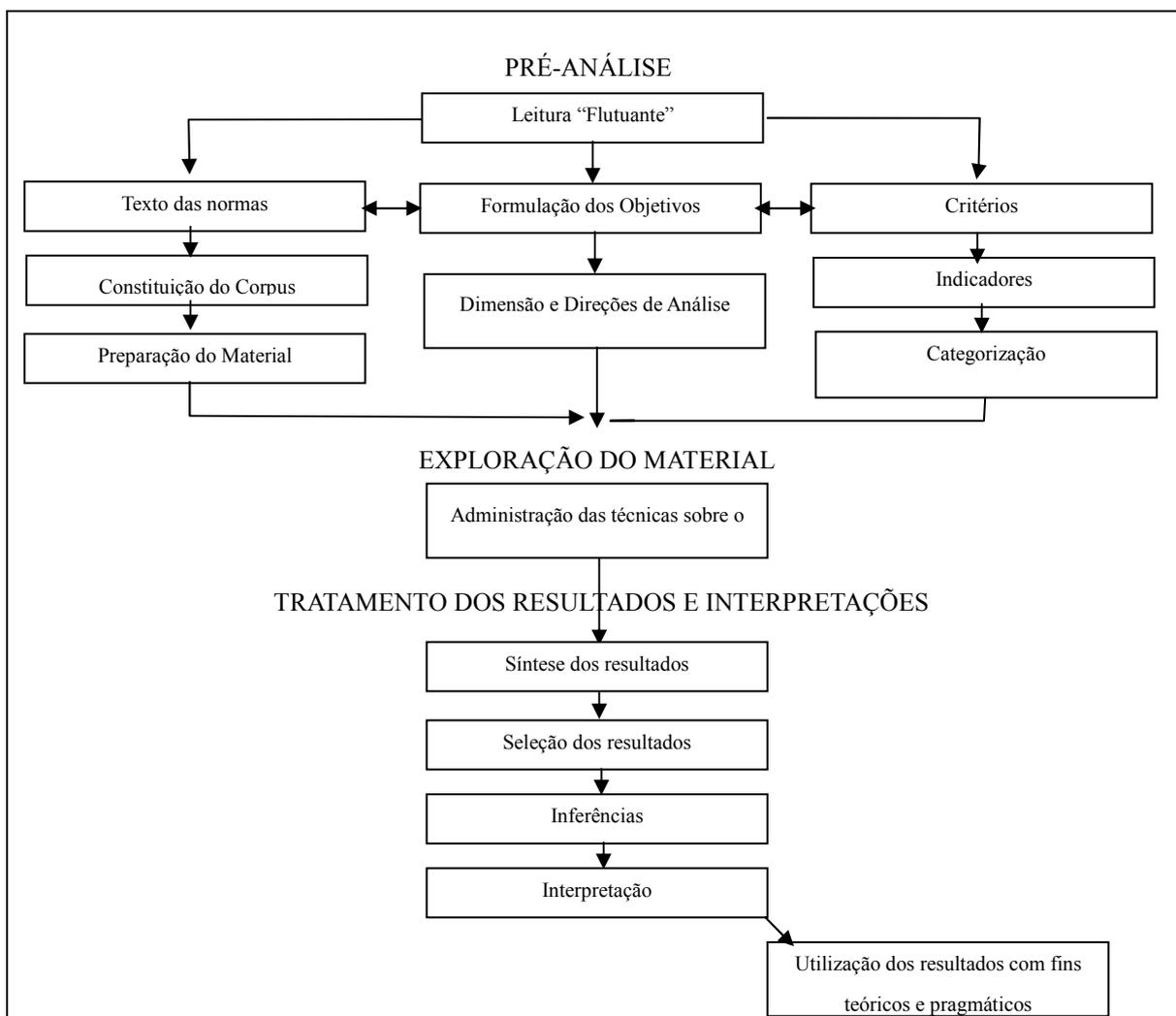


FIGURA 1 – Desenvolvimento da análise

Fonte: Autor.

Com categorias e indicadores definidos, uma segunda rodada de exploração dos textos retornou os resultados sintetizados nos apêndices A e B. Considerando o objetivo, foram enfatizados os requisitos efetivamente relacionados à estruturação do sistema.

5 RESULTADOS

Tendo a definição de requisitos como necessidade ou expectativa a ser atendida ou obrigação a ser cumprida, tem-se que os requisitos apresentam-se associados a verbos de ação ou expressões que tragam esse sentido. Nessa perspectiva, evidenciou-se a ocorrência dos seguintes verbos e expressões, elencados por norma (Tabela 1):

TABELA 1 – Verbos e expressões utilizadas para apresentar requisito

Verbo/expressão	Quantidade de Ocorrências	
	(RBAC 121)	(NBR ISO 9001)
Manterá	12	-
Desenvolverá	11	-
Deve	7	87
Estabelecerá, Será composta	6	-
Designará, Terá	5	-
Definirá, Incluirá	4	-
Proverá	3	-
Deverá, Será responsável	2	-
Cobrirá, Conterá, Coordenará, Elaborará, Identificará, Se utilizará, Incluirão, Será apropriada, Será divulgada, Será revista, Serão documentadas	1	-
Devem	1	48

Fonte: Dados da pesquisa.

A norma de SGSO faz uso de 24 diferentes verbos ou expressões referentes a requisitos de estruturação do sistema. É comum no texto a utilização da conjugação verbal no futuro do presente do indicativo, seja isoladamente ou com o uso do auxiliar “ser” e passivo do verbo principal. Os verbos mais frequentes são “manterá” e “desenvolverá”, com 12 e 11 ocorrências, respectivamente. Esses dois verbos são utilizados referenciando elemento do sistema que deve ser desenvolvido e mantido.

Por sua vez, a norma de SGQ apresenta-se mais econômica no uso de expressões e adota como padrão a utilização do verbo “dever”, seja na terceira pessoa do singular ou terceira pessoa do plural, sempre no presente do indicativo. O uso da expressão a “Alta Direção deve” é recorrente e quase exclusivo como forma de apresentar requisito. Outras expressões frequentes são “A organização deve” e “devem ser”.

Considerando a quantidade de texto de cada norma, evidencia-se ser a norma ISO mais econômica em texto e mais objetiva na forma de apresentar os requisitos. A utilização de um único verbo demonstra a padronização na apresentação dos requisitos.

Numa comparação em sentido amplo entre as duas normas, merecem destaque alguns aspectos. O primeiro está associado à forma de apresentação dos requisitos. Defende-se que, comparativamente, a NBR ISO apresenta redação mais consistente, no sentido de mais orientada a um produto que seja identificável para cada requisito. Por exemplo, no item 5.6.1 da NBR ISO 9001 tem-se o requisito de que “Devem ser mantidos registros das análises críticas pela direção”. Isso estabelece que não há outra forma de se evidenciar conformidade com o requisito que não se mantendo registros das análises.

É notório na comparação o fato de que a NBR ISO requer para praticamente todos os requisitos a produção e controle de registros para demonstrar a conformidade. Tal previsão é estabelecida habitualmente junto ao conjunto de requisitos que tratam sobre algum elemento do SGQ e representa um ponto forte da norma em termos de sistema de gestão, pois estabelece itens de verificação quando dos eventos de auditorias periódicas.

Outro aspecto é o nível de prescrição das regras quanto à estruturação organizacional para implantação e desenvolvimento dos sistemas. Os dois textos indicam a alta-direção da organização como responsável pela implantação e eficácia dos sistemas de gestão e requerem a designação de uma pessoa que seja responsável pela coordenação dos processos relacionados ao escopo dos sistemas. Enquanto o RBAC 121 denomina Diretor de Segurança Operacional (alínea ii, item 3, apêndice Q) e estabelece que esse Diretor tem que ser aceitável pela ANAC, a ISO referencia genericamente um Representante da Direção (item 5.5.2).

Na ISO há apenas a previsão para que os demais membros do corpo gerencial tenham responsabilidades definidas (item 5.5.1.), já a norma de SGSO vai fundo no nível de prescrição e estabelece as responsabilidades e atribuições desse

Diretor de Segurança Operacional, pormenorizando o que este deve fazer e o que deve ser produzido para o gestor responsável (Alta-Direção da organização).

Dentre as atribuições, está previsto que o Diretor instale Comissão de Segurança Operacional e Grupo de Ação de Segurança Operacional. A primeira se configura comitê de especialistas com atribuição de assessorar na implantação e execução dos processos do sistema (alíneas iv e v, item 3, apêndice Q) e o segundo, também comitê, tem como atribuição apoiar na avaliação dos riscos que a organização enfrente e sugerir os métodos para mitigá-los (alínea vi, item 3, apêndice Q).

Não obstante algumas diferenças em termos de nível de prescrição e detalhamento dos requisitos é notável a similaridade entre as estruturas de ambos os sistemas. Elementos de planejamento, prescrições para realização das atividades, aspectos de gerenciamento de competências, requisitos para controle, programa de auditoria e processo de ações corretivo/preventivas estão contemplados tanto no SGSO quanto no SGQ.

Assumido o princípio de melhoria contínua, relacionado à metodologia de gerenciamento de processos PDCA, a categorização dos requisitos é baseada na avaliação de se tratar o requisito de um elemento de planejamento, execução, monitoramento e medição ou ações para melhoria contínua, que são indicadas pelas letras P, D, C e A. Com essa estratégia, indicou-se nos apêndices A e B, ao lado de cada requisito, a letra correspondente a categoria. Observem-se os seguintes resultados consolidados (Tabela 2):

TABELA 2 – Requisitos por elementos PDCA

Categoria do requisito	SGSO (RBAC 121)	SGQ (NBR ISO 9001:2008)
Planejamento	32	52
Execução	13	53
Monitoramento e medição	19	62
Ações para melhoria contínua	5	10
Total	69	177

Fonte: Dados da pesquisa.

A diferença entre as quantidades apresentadas nas tabelas 1 e 2 ocorre devido à peculiaridade de cada análise realizada. Enquanto na primeira tem-se o resultado da contabilidade de ocorrências dos verbos ou expressões (indicadores), nesta tem-se a avaliação do texto frente às categorias definidas. Outro ponto que merece ressaltar é que vários itens dos textos apresentaram indicadores de mais de uma categoria.

A NBR ISO 9001 apresenta uma maior quantidade de requisitos associados às atividades de monitoramento e medição, bem como às atividades de controle, quando em comparação ao RBAC 121. O mesmo ocorre para os requisitos das categorias planejamento e execução. Apenas no que se refere às ações de melhoria contínua a norma de SGSO apresenta requisitos com maior frequência.

É possível argumentar que tal fato está mais associado à maturidade da regra de SGQ. Com a primeira edição ainda no final da década de 1980, registrando milhares de implantações e processos de certificação em todo o mundo e revisada periodicamente por comitê técnico, a norma ISO apresenta-se mais madura em termos de induzir a um sistema de gestão cuja confiabilidade seja evidenciável, tanto internamente quanto para segundas e terceiras partes. É de se supor que o aprendizado decorrente da implantação do SGSO venha a conduzir melhorias nesse aspecto do regulamento.

6 CONCLUSÕES

Como primeiro produto de um projeto de pesquisa que objetiva discutir modelos de sistemas de gestão e outras referências de utilidade para revisão do atual modelo de SGSO recomendado pela ICAO, o trabalho se apresentou predominantemente exploratório, fornecendo resultados que possibilitam melhor compreensão sobre o problema do gerenciamento da segurança operacional e sobre a natureza de sistemas de gestão.

Nesse aspecto, o artigo ressalta o conceito de segurança operacional como um estado desejado onde o risco associado às operações é mantido sob controle

por meio de um gerenciamento eficaz. Além disso, enfatiza a obrigatoriedade dos Estados nacionais estabelecerem regulação e monitoramento sobre o desempenho dos provedores de serviço de aviação civil.

Ainda quanto à segurança operacional, demonstrou a abordagem sistêmica e gerencial adotada pela ICAO como referência para que os Estados busquem a implantação de regulação, baseada em níveis de desempenho compromissados, e não mais meramente em regras prescritivas de cumprimento obrigatório. Dentro dessa abordagem o SGSO surge como elemento crítico, atuando como a ferramenta que vai documentar todos os esforços envidados pelo PSAC para cumprimento dos padrões, incluindo procedimentos e resultados da operação.

Com base em técnicas de análise de conteúdo, orientadas por referências de Bardin (1979), foi possível descrever quantitativamente e qualitativamente aspectos dos dois padrões normativos selecionados. Essa descrição apontou pontos específicos a cada norma, ressaltando um texto mais objetivo e padronizado para a regra de SGQ em comparação com o RBAC 121, padrão para implantação de SGSO.

O texto da NBR ISO 9001 apresentou-se mais conciso e atrelado aos elementos de um sistema de gestão conforme referências da literatura (BERTALANFFY, 1977; PALADINI, 2004). Exemplos dessa assertiva são ênfase em requisitos de controle (monitoramento e medição) e previsões para planejamento e execução de processos, incluindo controle sobre a documentação. Além disso, a norma estabelece previsões para um processo de tomada de ações corretivas e preventivas que apresenta melhor rastreabilidade. Por sua vez, o RBAC 121, demonstrou relativamente poucos requisitos frente ao tamanho do texto e traz requisitos que não geram produtos evidenciáveis e carência de requisitos de controle tanto sobre os processos quanto para a documentação do sistema.

Não obstante as especificidades, conclui-se que existem semelhanças notáveis entre os dois sistemas de gestão, ambos prevendo elementos como política, definição de responsabilidades, controle da documentação, monitoramento

(incluindo programa de auditorias), treinamento e processos de ações corretivas. Esses elementos em comum sugerem a possibilidade de uma organização optar pela integração entre os sistemas, que podem passar a compartilhar diversos processos e recursos para consecução dos objetivos de segurança operacional e qualidade.

Vale ressaltar que a integração não encontra óbices em nenhum dos textos. Enquanto o RBAC 121 é omissivo quanto à integração, a norma NBR ISO 9001 apresenta-se receptiva e assim o declara na introdução do texto. Conclui-se, que a integração não implicaria dificuldades para uma organização manter a certificação regulamentar, muito menos a certificação ISO. Pelo contrário, é de se esperar ganhos de eficiência por meio da integração e, do ponto de vista do regulador, lidar com um sistema integrado não alteraria profundamente a prática regulatória, requerendo tão somente adaptação na forma de se auditar/inspecionar o sistema de gestão.

Por ser o SGSO ainda recente na regulamentação, é propício o momento de se buscar uma prática de integração. Estando as referências do DOC 9859 em processo de revisão dentro da ICAO, as contribuições deste projeto de pesquisa demonstram-se oportunas.

Futuros trabalhos realizarão comparação entre os requisitos de cada norma tomando por referência os elementos do modelo atual de SGSO (objetivando avaliar o grau de convergência entre os requisitos) e proposição de um modelo de SGSO que compreenda os elementos essenciais de planejamento, gerenciamento de risco e monitoramento, controle e melhoria dos processos no sentido de buscar a melhoria da segurança operacional.

REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR ISO 9000**: Sistemas de Gestão da Qualidade: Princípios, fundamentos e vocabulário. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

_____. **NBR ISO 9001**: Sistemas de Gestão da Qualidade: Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1979.

BERTALANFFY, L. V. **Teoria geral dos sistemas**. Vozes, 1977.

BRASIL. Programa Brasileiro de segurança operacional na aviação civil – PSOBR. Brasília, 2009a

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (Brasil). Regulamento brasileiro de aviação civil (RBAC) 139: Certificação Operacional de Aeródromos. Brasília, 2009a.

_____. **Resolução nº 106. Aprova sistema de gerenciamento de segurança operacional para os pequenos provedores de serviço da aviação civil**. Brasília, 2009b.

_____. **Regulamento brasileiro de aviação civil (RBAC) 121: Requisitos operacionais: operações domésticas, de bandeira e suplementares**. Brasília, 2010a.

_____. **Regulamento brasileiro de aviação civil (RBAC) 135: Requisitos operacionais: operações complementares e por demanda**. Brasília, 2010b.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **Gestão da segurança operacional (NSCA 3-3)**. Brasília, 2008.

_____. **Programa de Prevenção de Acidentes da Aviação Civil Brasileira para 2009 (ICA 3-2)**. Brasília, 2009b.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **Diretriz para Implementação de Sistemas de gerenciamento da segurança Operacional (SGSO) no SISCEAB (DCA 63-3)**. Rio de Janeiro, 2009c.

_____. **Gerenciamento do Risco à Segurança Operacional (GRSO) no SISCEAB (ICA 63-26)**. Rio de Janeiro, 2010.

GARVIN, D. A. **Gerenciando a qualidade: a visão estratégica e competitiva**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Safety Management Manual – SMM (Doc 9859 AN/474)**. Montreal: ICAO, 2006a.

_____. **Convention on International Civil Aviation (Doc7300/9)**. 9. Ed., Montreal: ICAO, 2006b.

_____. **Safety Management Manual – SMM (Doc 9859 AN/474)**. 2. ed., Montreal: ICAO, 2009.

_____. **ICAO setting the standards for the safety, regularity and efficiency of international civil aviation**. 2011. Disponível em: <http://www.icao.int/icao/en/pub/memo.pdf>. Acesso em: 16/06/2011.

INMETRO. **Base de dados de empresas certificadas**. 2011. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/gestao14001/dados_estat.asp?Chamador=inmetro14&tipo=inmetroext>. Acesso em: 05 jun 2011.

PALADINI, E. P. **Gestão da qualidade: teoria e prática**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

REASON, J. Human error: models and management. **BMJ**, n. 320, p. 768-770, 2000.

_____. Beyond the organizational accident: the need for "error wisdom" on the frontline. **Quality Safety Health Care**, v. 13, p. 28-33, 2004.

RHOADES, D. L. **Evolution of international aviation: phoenix rising**. 2.ed. Ashgate Publishing Company, 2008.

STONER, J.A.F.; FREEMAN, R.E. **Administração**. Rio de Janeiro: Prentice do Brasil, 1995.

AVIATION SAFETY MANAGEMENT: TOWARDS AN INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM

ABSTRACT: The problem of ensuring the safety of operations is inherent in any productive activity, and this is not different for activities within the aviation industry. Currently, the Safety Management System model (SMS of the International Civil Aviation Organization – ICAO) is a reference adopted in several countries as a regulatory requirement, a practice of companies in the industry and reference for the operational safety management by the State. The present work, the first product of a research project, falls within a context of reception of the SMS as a tool for a systemic and managerial to the issue of operational safety management, and is a key element for the proposal of regulation based on performance. The aim of this paper is to establish a critical comparison between the SMS model demanded by the Brazilian regulations applicable to air operators and the standards of the ISO 9001 quality management system, in order to identify both common elements and differences in concepts, approaches or even requirements. To accomplish this goal, it as a method of identifying and listing all requirements related to each system was adopted as a means to establish a corpus for the application of the content analysis technique. Based on this comparison, there is a discussion on the expectation of working within a perspective of integrated management systems and the possible impacts for organizations and for the practice of regulating operational safety in aviation.

KEYWORDS: Aviation. Operational Safety. Integrated Management System.

APÊNDICE A – Requisitos do RBAC 121 por elemento PDCA.

Item	Descrição do requisito	Cat.
121.1203	O detentor de certificado deverá submeter à ANAC, para aceitação, um Plano de Implantação do SGSO, baseado em uma Análise do Faltante (Gap Analysis).	P
121.1213	(a) (...) utilizará de quatro fases para a implantação do sistema de gerenciamento da segurança operacional (SGSO) de acordo com o disposto no Apêndice R (...)	P
121.1219	(a) (...) desenvolverá um Programa de Treinamento de Segurança Operacional (PTSO-ETA) (...)	P
121.1201	(a) (...) deve implantar, desenvolver, manter e garantir a melhoria contínua de um Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional (...)	PDCA
Apêndice Q, (d) - Políticas e objetivos da segurança operacional		
(1) responsabilidade e compromisso da administração		
	(i) (...) definirá a sua política de segurança operacional (...) (iii) A política de segurança operacional será revista periodicamente pelo detentor de certificado para assegurar que esta permaneça relevante e esteja apropriada à organização. (iv) (...) deve assegurar-se que a política de segurança operacional seja constante e apóie o cumprimento de todas as atividades da organização. (v) (...) estabelecerá objetivos de segurança operacional (...)	P PC C P
(2) Responsabilidade da direção acerca da segurança operacional.		
	(i) (...) designará um gestor responsável (RBAC 119.65(a)(6)), o qual, independente de outras funções, deve ter a responsabilidade final (...) para a implantação e manutenção do SGSO. (iv) O gestor responsável também identificará as responsabilidades de segurança operacional de todos os membros do pessoal de direção requerido (...) (v) As responsabilidades e atribuições do pessoal de direção requerido a respeito da segurança operacional serão documentadas e comunicadas a toda organização.	PC P P
(3) Designação do pessoal chave de segurança operacional		
	(ii) O gestor responsável do detentor de certificado designará um diretor de segurança operacional aceitável pela ANAC, com experiência suficiente, competência e qualificação adequada, o qual será responsável individualmente e ponto focal para a implantação e manutenção de um SGSO efetivo. (v) (...) o detentor de certificado designará uma comissão de segurança operacional (...) (vii) Para apoiar na avaliação dos riscos que a organização enfrente e sugerir os métodos para mitigá-los, o gestor responsável designará um grupo de ação de segurança operacional (...)	P PC PD
(4) Plano de implantação do SGSO		
	(i) (...) desenvolverá e manterá um plano de implantação do SGSO (...) (ii) (...) designará um grupo de planejamento composto por diretores, gerentes e supervisores chave da organização, para o desenho, desenvolvimento e implantação do SGSO. (...) (v) (...) elaborará uma descrição de um sistema que inclua o seguinte: (vi) (...) deverá, como parte do desenvolvimento do plano de implantação do SGSO, elaborar uma análise do faltante ("gap") (...)	P P P P

(5) Coordenação do plano de resposta a emergências		
	(i)(...)desenvolverá, coordenará e manterá um plano de resposta a emergências que assegure: (...)	PD
(6) Documentação		
	(i) (...) desenvolverá e manterá a documentação do SGSO em papel ou meio eletrônico (...)	PD
	(ii) (...) desenvolverá e manterá um manual de gerenciamento da segurança operacional (...)	PD
Apêndice Q, (e) - Gerenciamento dos riscos de segurança operacional		
(1) Processos de identificação de perigos		
	(i) (...) desenvolverá e manterá um processo formal para coletar, registrar, atuar e gerar retroalimentação acerca dos perigos nas operações, (...)	PDCA
	(ii) Os meios formais de aquisição de dados de segurança operacional incluirão os seguintes sistemas de reportes: (...)	PD
	(iii) O processo de identificação de perigos incluirá os seguintes passos: (...)	PD
(2) Processos de avaliação e mitigação de riscos		
	(i) (...) desenvolverá e manterá um processo formal de gestão de riscos que assegure: (A) a análise em termos de probabilidade e severidade de ocorrência (B) a avaliação em termos de tolerância; e (C) o controle em termos de mitigação dos riscos a um nível aceitável de segurança operacional	PDC D D C C
	(ii) (...) definirá os níveis de gestão, aceitáveis para a ANAC, para tomar as decisões sobre a tolerância aos riscos de segurança operacional.	C
	(iii) (...) definirá os controles de segurança para cada risco determinado como tolerável.	
Apêndice Q, (f) - Garantia da segurança operacional		
(1) Monitoramento e medição do desempenho da segurança operacional		
	(i) (...) desenvolverá e manterá os meios e procedimentos necessários para: (A) verificar o desempenho da segurança operacional da organização em comparação com as políticas e objetivos de segurança operacional; e (B) validar a eficácia dos controles de risco de segurança operacional implantados na organização.	P C C D
	(iii) (...) estabelecerá e manterá no MGSO: (A) os procedimentos de reporte de segurança operacional relacionados com o desempenho da segurança operacional e monitoramento; e (B) indicará claramente que tipos de comportamentos operacionais são aceitáveis ou inaceitáveis, incluindo as condições sob as quais se considerará a imunidade às medidas disciplinares.	P P CA
	(iv) (...) estabelecerá, como parte do sistema de supervisão e medição do desempenho da segurança operacional, procedimentos para auditorias (...)	
	(vi) (...) estabelecerá, (...), um sistema de retroalimentação que assegure que o pessoal responsável pelo gerenciamento do SGSO tome medidas preventivas e corretivas apropriadas (...)	
(2) Gerenciamento da mudança		
	(i) (...) desenvolverá e manterá um processo formal para: (A) identificar as mudanças dentro da organização que possam afetar os processos e serviços (...) (B) descrever os ajustes necessários para assegurar o desempenho da segurança operacional antes de implantar as mudanças; e	P C C A

	(C) eliminar ou modificar os controles de riscos de segurança operacional que já não sejam necessários ou efetivos devido às mudanças produzidas no ambiente operacional.	
(3) Melhoria contínua do SGSO		
	(i) (...) estabelecerá e manterá um processo formal de: (A) identificação das causas do baixo desempenho; (B) determinação das implicações que podem causar um baixo desempenho nas operações; e (C) eliminação das causas identificadas.	P C D A P
	(ii) (...) estabelecerá um processo com procedimentos definidos no MGSO para a melhoria contínua das operações de voo que inclua: (A) uma avaliação preventiva das instalações, equipamento, documentação e procedimentos através de pesquisas e auditorias; (B) uma avaliação preventiva do desempenho individual do pessoal do detentor de certificado para verificar o cumprimento das responsabilidades de segurança; (C) uma avaliação reativa para verificar a eficácia dos sistemas de controle e mitigação dos riscos, incluindo, por exemplo: investigações de acidentes, incidentes e eventos significativos.	C C C
Apêndice Q, (g) - Promoção da segurança operacional.		
(1) Treinamento e qualificação.		
	(i) (...) desenvolverá e manterá um programa de treinamento de segurança operacional (...)	P
(2) Difusão de informação acerca da segurança operacional		
	(i) (...) desenvolverá e manterá meios formais para a difusão e comunicação da segurança operacional, de forma que possa: (...)	P

APÊNDICE B – Requisitos da NBR ISO 9001:2008 por elemento PDCA.

Item	Descrição do requisito	Cat.
4. Sistemas de Gestão da Qualidade		
4.1. Requisitos gerais	<p>A organização deve estabelecer, documentar, implementar e manter um sistema de gestão da qualidade, e melhorar continuamente a sua eficácia (...)</p> <p>A organização deve:</p> <p>a) determinar os processos necessários para o sistema de gestão da qualidade (...)</p> <p>b) determinar a sequência e interação desses processos,</p> <p>c) determinar critérios e métodos necessários para assegurar que a operação e o controle desses processos sejam eficazes,</p> <p>d) assegurar a disponibilidade de recursos e informações necessárias (...)</p> <p>e) monitorar, medir onde aplicável e analisar esses processos, e</p> <p>f) implementar ações necessárias para atingir os resultados planejados e a melhoria contínua desses processos.</p> <p>Quando uma organização optar por terceirizar algum processo que afete a conformidade do produto em relação aos requisitos, a organização deve assegurar o controle desses processos.</p>	<p>PDCA</p> <p>P</p> <p>PD</p> <p>PD</p> <p>C</p> <p>D</p> <p>C</p> <p>A</p> <p>C</p>
4.2.1. Generalidades	<p>A documentação do sistema de gestão da qualidade deve incluir</p> <p>a) declarações documentadas de uma política da qualidade e dos objetivos (...),</p> <p>b) um manual da qualidade,</p> <p>c) procedimentos documentados e registros requeridos por esta Norma, e</p> <p>d) documentos, incluindo registros (...).</p>	<p>P</p> <p>PD</p> <p>PD</p> <p>PD</p>
4.2.2. Manual da qualidade	<p>A organização deve estabelecer e manter um manual da qualidade que inclua:</p> <p>a) o escopo do sistema de gestão da qualidade, (...);</p> <p>b) os procedimentos documentados estabelecidos para o sistema de gestão da qualidade, ou referência a eles, e</p> <p>c) a descrição da interação entre os processos do sistema de gestão da qualidade.</p>	<p>P</p> <p>PD</p> <p>P</p>
4.2.3. Controle de documentos	<p>Os documentos requeridos pelo sistema de gestão da qualidade devem ser controlados.</p> <p>Registros da qualidade (...) devem ser controlados (...)</p> <p>Um procedimento documentado deve ser estabelecido para definir os controles(...)</p>	<p>C</p> <p>C</p> <p>PC</p>
4.2.4. Controle de registros da qualidade	<p>Registros devem ser estabelecidos e mantidos para prover evidências da conformidade com os requisitos e da operação eficaz do sistema (...)</p> <p>Registros devem ser mantidos legíveis, prontamente identificáveis e recuperáveis.</p> <p>Um procedimento documentado deve ser estabelecido para definir os controles(...)</p>	<p>D</p> <p>D</p> <p>PDC</p>
5.1. Comprometimento da direção	<p>A Alta Direção deve fornecer evidência do seu comprometimento com o desenvolvimento e com a implementação do sistema de gestão da qualidade, e com a melhoria contínua de sua eficácia (...)</p>	<p>PD</p>

5.2. Foco no cliente	A Alta Direção deve assegurar que os requisitos do cliente sejam determinados e atendidos com o propósito de aumentar a satisfação do cliente (ver 7.2.1 e 8.2.1).	PD
5.3. Política da qualidade	A Alta Direção deve assegurar que a política da qualidade a) seja apropriada ao propósito da organização, b) inclua um comprometimento com o atendimento aos requisitos e com a melhoria contínua da eficácia do sistema de gestão da qualidade, c) proveja uma estrutura para estabelecimento e análise crítica (...), e d) seja analisada criticamente para a continuidade de sua adequação	PC D C C
5.4.1. Objetivos da qualidade	(...) deve assegurar que os objetivos da qualidade, incluindo aqueles necessários para atender aos requisitos do produto [ver 7.1 a)], sejam estabelecidos (...) Os objetivos (...) devem ser mensuráveis e consistentes com a política (...)	P PC
5.4.2. Planejamento do sistema de gestão da qualidade	A Alta Direção deve assegurar que a) o planejamento do sistema de gestão da qualidade seja realizado de forma a satisfazer os requisitos citados em 4.1, bem como os objetivos da qualidade, e b) a integridade do sistema de gestão da qualidade seja mantida quando mudanças no sistema de gestão da qualidade são planejadas e implementadas.	P C
5.5.1. Responsabilidade e autoridade	A Alta Direção deve assegurar que as responsabilidades e a autoridade sejam definidas e comunicadas em toda a organização.	P
5.5.2. Representante da direção	(...) deve indicar um membro da administração da organização que, independentemente de outras responsabilidades, deve ter responsabilidade e autoridade para a) assegurar que os processos necessários para o sistema de gestão da qualidade sejam estabelecidos, implementados e mantidos, b) relatar à Alta Direção o desempenho do sistema de gestão da qualidade (...), e c) assegurar a promoção da conscientização sobre os requisitos do cliente (...)	P C D C
5.5.3. Comunicação interna	(...) deve assegurar que sejam estabelecidos, na organização, os processos de comunicação apropriados e que seja realizada a comunicação relativa à eficácia do sistema de gestão da qualidade.	P
5.6.1. Generalidades	(...) deve analisar criticamente o sistema de gestão da qualidade da organização, a intervalos planejados (...) Essa análise crítica deve incluir a avaliação de oportunidades para melhoria e necessidade de mudanças no sistema de gestão da qualidade (...) Devem ser mantidos registros das análises críticas pela direção (ver 4.2.4).	C C D
5.6.2. Entradas para a análise crítica	As entradas para a análise crítica pela direção devem incluir informações sobre (...)	C
5.6.3. Saídas da análise crítica	As saídas da análise crítica pela direção devem incluir quaisquer decisões e ações relacionadas a (...)	DA

6.1. Provisão de recursos	A organização deve determinar e prover recursos necessários (...)	PD
6.2.1. Generalidades	As pessoas que executam atividades que afetam a conformidade com os requisitos do produto devem ser competentes, com base em educação, treinamento, habilidade e experiência apropriados.	P
6.2.2. Competência, treinamento e conscientização	A organização deve a) determinar a competência necessária para as pessoas que executam trabalhos que afetam a conformidade com os requisitos do produto, b) onde aplicável, prover treinamento ou tomar outras ações (...) c) avaliar a eficácia das ações executadas, d) assegurar que o seu pessoal está consciente quanto à pertinência e importância de suas atividades e de como elas contribuem para atingir os objetivos da qualidade, e e) manter registros apropriados (...)	P P C C D
6.3. Infra-estrutura	(...) deve determinar, prover e manter a infraestrutura necessária (...)	PC
6.4. Ambiente de trabalho	A organização deve determinar e gerenciar o ambiente de trabalho necessário para alcançar a conformidade com os requisitos do produto.	PC
7.1. Planejamento da realização do produto	(...) deve planejar e desenvolver processos necessários para a realização do produto. Ao planejar a realização do produto, a organização deve determinar (...): a) os objetivos da qualidade e requisitos para o produto; b) a necessidade de estabelecer processos e documentos e prover recursos específicos para o produto; c) a verificação, validação, monitoramento, medição, inspeção e atividades de ensaio requeridos (...) bem como os critérios para a aceitação do produto; d) os registros necessários (...)	PD P P C D
7.2.1. Determinação de requisitos relacionados ao produto	A organização deve determinar a) os requisitos especificados pelo cliente, (...) b) os requisitos não declarados pelo cliente, mas necessários para o uso especificado ou pretendido, onde conhecido, c) requisitos estatutários e regulamentares aplicáveis ao produto, e d) quaisquer requisitos adicionais considerados necessários pela organização.	PD PD PD PD
7.2.2. Análise crítica dos requisitos relacionados ao produto	A organização deve analisar criticamente os requisitos relacionados ao produto. Devem ser mantidos registros (...) Quando o cliente não fornecer uma declaração documentada dos requisitos, a organização deve confirmar os requisitos do cliente antes da aceitação. Quando os requisitos de produto forem alterados, a organização deve assegurar que os documentos pertinentes são complementados e que o pessoal pertinente é alertado sobre os requisitos alterados.	C D D D

7.2.3. Comunicação com o cliente	A organização deve determinar e tomar providências eficazes para se comunicar com os clientes em relação a: (...)	PD
7.3.1. Planejamento do projeto e desenvolvimento	(...) deve planejar e controlar o projeto e desenvolvimento de produto. (...) deve determinar: a) os estágios do projeto e desenvolvimento; b) análise crítica, verificação e validação que sejam apropriadas para cada fase (...) c) as responsabilidades e autoridades para projeto e desenvolvimento. (...) deve gerenciar as interfaces entre diferentes grupos envolvidos no projeto e desenvolvimento (...) As saídas do planejamento devem ser atualizadas apropriadamente (...)	PC P C P D C
7.3.2. Entradas de projeto e desenvolvimento	Entradas relativas a requisitos de produto devem ser determinadas e registros devem ser mantidos (ver 4.2.4). (...)	PD
7.3.3. Saídas de projeto e desenvolvimento	As saídas de projeto e desenvolvimento devem ser apresentadas em uma forma adequada para a verificação em relação às entradas de projeto e desenvolvimento, e devem ser aprovadas antes de serem liberadas. (...)	DC
7.3.4. Análise crítica de projeto e desenvolvimento	Análises críticas sistemáticas de projeto e desenvolvimento devem ser realizadas, em fases apropriadas, de acordo com disposições planejadas (ver 7.3.1) para (...). Devem ser mantidos registros (...)	C D
7.3.5. Verificação projeto e desenvolvimento	A verificação deve ser executada conforme disposições planejadas (...) Devem ser mantidos registros (...)	C D
7.3.6. Validação de projeto e desenvolvimento	(...) deve ser executada conforme disposições planejadas (ver 7.3.1), para assegurar que o produto resultante seja capaz de atender aos requisitos (...) Devem ser mantidos registros (...)	C D
7.3.7. Controle de alterações de projeto e desenvolvimento	As alterações de projeto e desenvolvimento devem ser identificadas e registros devem ser mantidos. As alterações devem ser analisadas criticamente, verificadas e validadas, como apropriado, e aprovadas antes da sua implementação. A análise crítica das alterações de projeto e desenvolvimento deve incluir (...) Devem ser mantidos registros (...)	CD C C D
7.4.1. Processo de aquisição	(...) deve assegurar que o produto adquirido está conforme com os requisitos (...) (...) deve avaliar e selecionar fornecedores com base na sua capacidade de fornecer produto de acordo com os requisitos da organização. Critérios para seleção, avaliação e reavaliação devem ser estabelecidos. Devem ser mantidos registros (...)	C C P C
7.4.2. Informações de aquisição	As informações de aquisição devem descrever o produto a ser adquirido (...) (...) deve assegurar a adequação dos requisitos de aquisição especificados (...)	P C

7.4.3. Verificação do produto adquirido	(...) deve estabelecer e implementar a inspeção ou outras atividades necessárias para assegurar que o produto adquirido atenda aos requisitos de aquisição especificados. (...)	C
7.5.1. Controle de produção e prestação de serviço	(...) deve planejar e realizar a produção e a prestação de serviço sob condições controladas. (...)	PDC
7.5.2. Validação dos processos de produção e prestação de serviço	(...) deve validar quaisquer processos de produção e prestação de serviço onde a saída resultante não possa ser verificada por monitoramento ou medição subsequente e, como consequência, deficiências tornam-se aparentes somente depois que o produto estiver em uso ou o serviço tiver sido entregue. (...)	C
7.5.3. Identificação e rastreabilidade	(...) deve identificar o produto pelos meios adequados (...) (...) deve identificar a situação do produto no que se refere aos requisitos de monitoramento e de medição ao longo da realização do produto. (...) deve controlar a identificação unívoca do produto e manter registros (...)	C C CD
7.5.4. Propriedade do cliente	(...) deve ter cuidado com a propriedade do cliente enquanto estiver sob o controle da organização ou sendo usada por ela. (...) deve identificar, verificar, proteger e salvaguardar a propriedade do cliente(...) Se qualquer propriedade do cliente for perdida, danificada ou considerada inadequada para uso,(...) deve informar ao cliente este fato e manter registros (...)	C C D
7.5.5. Preservação do produto	(...) deve preservar o produto durante o processamento interno e a entrega no destino pretendido, a fim de manter a conformidade com os requisitos. (...)	C
7.6. Controle de equipamento de monitoramento e medição	(...) deve determinar o monitoramento e a medição a serem realizados e o equipamento de monitoramento e medição necessário para fornecer evidências da conformidade do produto com os requisitos determinados. (...) deve estabelecer processos para assegurar que o monitoramento e medição possam ser realizados e executados de maneira consistente com os requisitos (...) (...) o equipamento de medição deve a) ser calibrado ou verificado, ou ambos, a intervalos especificados, ou antes do uso, contra padrões de medição rastreáveis (...), b) ser ajustado ou reajustado, quando necessário, c) ter identificação para determinar sua situação de calibração, d) ser protegido contra ajustes que invalidariam o resultado da medição, e e) ser protegido contra dano e deterioração (...) (...) deve avaliar e registrar a validade dos resultados de medições anteriores quando constatar que o equipamento não está conforme com os requisitos. (...) deve tomar ação apropriada no equipamento e em qualquer produto afetado. Registros dos resultados de calibração e verificação devem ser mantidos (...)	C C DC C D D D C A D

8.1. Generalidades	(...) deve planejar e implementar os processos necessários de monitoramento, medição, análise e melhoria (...)	PDCA
8.2.1. Satisfação dos clientes	(...) deve monitorar informações relativas à percepção do cliente sobre se a organização atendeu aos requisitos do cliente. Os métodos para obtenção e uso dessas informações devem ser determinados.	C P
8.2.2. Auditoria interna	(...) deve executar auditorias internas a intervalos planejados (...) Um programa de auditoria deve ser planejado (...) Um procedimento documentado deve ser estabelecido para definir as responsabilidades e os requisitos para planejamento e execução de auditorias (...) Registros das auditorias e seus resultados devem ser mantidos (ver 4.2.4). (...) deve assegurar que quaisquer correções e ações corretivas necessárias sejam executadas, em tempo hábil, para eliminar não-conformidades e suas causas. As atividades de acompanhamento devem incluir a verificação das ações executadas e o relato dos resultados de verificação (ver 8.5.2).	C P P D A CD
8.2.3. Monitoramento e medição de processos	(...) deve aplicar métodos adequados para monitoramento e, onde aplicável, para medição dos processos do sistema de gestão da qualidade. (...) Quando os resultados planejados não forem alcançados, correções e ações corretivas devem ser executadas, como apropriado.	C A
8.2.4. Monitoramento e medição de produto	(...) deve monitorar e medir as características do produto (...) Evidência de conformidade com os critérios de aceitação deve ser mantida. Registros devem indicar a(s) pessoa(s) autorizada(s) a liberar o produto (...) A liberação do produto e a entrega do serviço ao cliente não devem prosseguir até que todas as providências planejadas tenham sido satisfatoriamente concluídas (...)	C D D C
8.3. Controle de produto não-conforme	(...) deve assegurar que produtos que não estejam conformes com os requisitos do produto sejam identificados e controlados para evitar seu uso ou entrega (...) Um procedimento documentado deve ser estabelecido para definir os controles, as responsabilidades e a autoridade para lidar com produto não conforme. (...) deve tratar produtos não conformes por uma ou mais das seguintes formas: (...) Quando o produto não conforme for corrigido, este deve ser submetido à reavaliação para demonstrar a conformidade com os requisitos. Devem ser mantidos registros (...)	C P D C D
8.4. Análise de dados	(...) deve determinar, coletar e analisar dados apropriados para demonstrar a adequação e eficácia do sistema de gestão da qualidade e para avaliar onde melhoria contínua da eficácia do sistema de gestão da qualidade pode ser feita(...)	C

8.5.1. Melhoria contínua	(...) deve continuamente melhorar a eficácia do sistema de gestão da qualidade (...)	A
8.5.2. Ação corretiva	(...) deve executar ações para eliminar as causas de não-conformidades (...) Um procedimento documentado deve ser estabelecido definindo os requisitos (...)	A P
8.5.3. Ação preventiva	(...)deve definir ações para eliminar as causas de não-conformidades potenciais(...) Um procedimento documentado deve ser estabelecido definindo os requisitos (...)	A P

PROPOSTA DE UMA METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DO RISCO QUANDO DA EXECUÇÃO DE OBRAS NO LADO AR DE AERÓDROMOS

Giovano Palma¹

Artigo submetido em: 26/06/2011.

Aceito para publicação em: 22/07/2011.

RESUMO: A execução de uma obra no lado ar de aeródromos normalmente modifica a rotina das operações aéreas. Esta alteração no dia a dia do aeródromo traz normalmente como consequências a geração de novos perigos, o agravamento dos existentes e conseqüentemente, a redução da segurança operacional, exigindo a adoção de medidas a fim de manter a segurança operacional em níveis aceitáveis. Este trabalho busca propor uma metodologia para avaliação do risco à segurança operacional aplicada a execução de obras no lado ar de aeródromos considerando-se o definido no DOC 9859 – Safety Management Manual (2009) da Organização de Aviação Civil Internacional – OACI.

PALAVRAS-CHAVE: Aeródromos. Obras. Segurança Operacional.

1 INTRODUÇÃO

A realização de qualquer obra ou serviço de engenharia exige prévio planejamento de suas etapas, alocação de recursos, levantamento de quantitativos, qualificação e controle da execução dos serviços, de maneira que os objetivos propostos possam ser alcançados.

Entretanto, um mesmo tipo de serviço (ex.: recapeamento) tem substanciais diferenças quando executado no lado ar de um aeródromo e quando realizado fora dele. Isto se deve ao fato que no lado ar podemos ter a circulação de aeronaves a velocidades próximas dos 250km/h, carregadas com toneladas de combustível, centenas de passageiros, além da circulação intensa de veículos e equipamentos ao redor da mesma. Isto sem contar a necessidade de medidas de segurança (*security*) contra possíveis atos de interferência ilícita, como atentados, ameaça de bombas, sequestro de aeronaves, etc.

¹ Graduado em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Maria e Mestre em Engenharia Civil pela Universidade de São Paulo. Atualmente é Especialista em Regulação de Aviação Civil na Agência Nacional de Aviação Civil. giovanopalma@gmail.com

Conforme norma Australiana AC139-20(0)/2007 o objetivo do planejamento para obras em aeroportos deve ser o de minimizar os custos, e ao mesmo tempo manter a segurança operacional da unidade.

Quando ocorre a realização de uma obra no lado ar a rotina normal das operações aéreas é modificada pela presença de equipamentos e veículos diversos dos daqueles utilizados normalmente na área de movimento do aeródromo (Figura 01), podendo trazer como consequências a alteração das rotas-padrão de taxiamento, a redução de distâncias declaradas, a interdição de posições de estacionamento de aeronaves, etc.



FIGURA 01 – Equipamentos e veículos estranhos a área operacional
Fonte: Autor

Esta alteração no dia a dia do aeródromo traz como consequências a geração de novos perigos e possivelmente agravamento dos perigos existentes, levando a uma redução da segurança operacional. Isto exige a adoção de medidas a fim de manter a segurança operacional (*safety*) em níveis aceitáveis.

Conforme Instrução Suplementar - IS 119 -02 (ANAC, 2011), a segurança operacional pode ser definida como sendo

“o estado no qual o risco de lesões a pessoas ou os danos a bens se reduzem e se mantêm em um nível aceitável ou abaixo deste, por meio de um processo contínuo de identificação de perigos e gestão de riscos (ANAC, 2011).

Dessa forma, se faz mister avaliar o risco às operações aéreas quando da execução de obras e serviços no lado ar dos aeroportos, a fim de buscar identificar essas situações de perigo, estimar suas consequências e quantificar o risco, permitindo assim, subsidiar uma tomada de decisão, quanto à necessidade de estabelecimento de medidas de modo a mitigar ou eliminar o risco gerado.

Nesse contexto, este trabalho tem por objetivo apresentar uma proposta de metodologia para avaliação do risco à segurança operacional aplicada à execução de obras no lado ar de aeródromos, considerando-se o definido no *DOC 9859 – Safety Management Manual* (2009) da Organização de Aviação Civil Internacional – OACI.

2 PREMISSAS CONCEITUAIS

A publicação do *DOC 9859 – Safety Management Manual* em 2006, pela Organização de Aviação Civil Internacional - OACI teve como um de seus objetivos, proporcionar aos Estados signatários orientação para elaboração de um marco normativo e para a implementação de sistemas de gestão da segurança operacional para os diversos provedores de serviço. No referido documento, estão contidos conceitos de segurança operacional e de sua gestão, fundamentos da identificação e análise de perigos e suas consequências, bem como da gestão dos riscos de segurança operacional.

Conforme Bezerra (2011) especificamente quanto às operações de aeroportos, recepcionando o referencial da ICAO, o Estado brasileiro estabeleceu duas regras. O Regulamento Brasileiro de Aviação Civil - RBAC 139 requer o gerenciamento do risco das operações por meio de um SGSO para aeroportos com movimento superior a um milhão de passageiros embarcados e desembarcados. Para aeroportos com movimento inferior a 400.000 passageiros a regra é a Resolução ANAC nº 106.

Para esses aeródromos de maior movimento e, portanto, enquadrados conforme RBAC 139 (2009), seção 139.425, a exigência da elaboração de um Plano

para Segurança Operacional durante Obras e Serviços – POOS e do estabelecimento de ações de forma a garantir que nenhuma obra ou serviço de manutenção coloque em risco as operações aéreas, conforme a seguir:

139.425 – PLANEJAMENTO E EXECUÇÃO DE OBRAS NO AERÓDROMO

No planejamento e execução de obras e serviços de manutenção, o operador de aeródromo deve atender ao previsto neste Regulamento e aos seguintes aspectos contidos em instruções complementares da ANAC:

(a) elaborar um Plano para Segurança Operacional durante Obras e Serviços (POOS) para aprovação da ANAC, antes do início de cada obra ou serviço de manutenção;

(b) promover ações de forma a garantir que nenhuma obra ou serviço de manutenção coloquem em risco as operações aéreas (ANAC, 2009)

Adicionalmente, a Instrução de Aviação Civil – IAC139-1001 (BRASIL, 2004) apresenta em seu item 5.5.8, requisitos que devem ser atendidos e constar do referido Plano como: descrição da obra, descrição dos veículos e equipamentos, procedimentos operacionais e de inspeção, etc.

Apesar das diversas orientações contidas no documento da OACI, anteriormente citado, e do estabelecido nos regulamentos e instruções da ANAC, na visão deste autor, não há uma definição clara de uma metodologia prática aplicável para a situação de execução de obras no lado ar de aeródromos.

Constatação semelhante é feita em Bezerra (2011), o qual afirma que: “a existência desses requisitos reflete a importância atribuída pelo regulador à realização de obras e serviços de manutenção em aeroportos, contudo e aparentemente alinhada com a abordagem da regulação por desempenho, o nível de prescrição da regra não induz diretamente a uma prática”. Neste sentido, o mesmo autor propõe, na publicação ora citada, uma estrutura de referência para o gerenciamento do risco às operações, durante intervenções no sistema de pista, utilizando-se, para isso, a situação de remoção do acúmulo de borracha.

Com o objetivo de facilitar o entendimento da metodologia proposta neste

trabalho, considerou-se salutar apresentar alguns conceitos contidos no DOC 9859 (ICAO, 2009) e utilizados na elaboração da proposta em questão.

Pelo referido DOC 9859 (ICAO, 2009, p.62) temos a definição de perigo como “a condition or an object with the potential to cause injuries to personnel, damage to equipment or structures, loss of material, or reduction of ability to perform a prescribed function” e de risco à segurança operacional como “the assessment, expressed in terms of predicted probability and severity, of the consequences of a hazard, taking as reference the worst foreseeable situation” (ICAO, 2009, p. 78).

Outro conceito importante de ser lembrado é a definição de defesa, que pelo DOC 9859 (ICAO, 2009, p. 18) tem a seguinte redação “*resources provided by the system to protect against the safety risks that organizations involved in production activities generate and must control*”. Defesa nada mais é do que o estabelecimento de medidas mitigadoras (existentes e adicionais) com o objetivo de mitigar ou eliminar o risco à segurança operacional de determinada operação e normalmente podem ser agrupadas em 3 grandes grupos: tecnologia, regulamento e treinamento.

Importante constar, que definições de segurança operacional baseadas no DOC 9859 (ICAO, 2009) podem ser encontradas na Instrução Suplementar - IS 119 -02 (ANAC, 2011), a qual define gerenciamento dos riscos à segurança operacional como sendo “a identificação, análise e eliminação e/ou mitigação dos riscos que ameaçam as capacidades de uma organização da aviação civil a um nível aceitável” e como consequência o “resultado potencial de um perigo”.

3 METODOLOGIA PROPOSTA

A proposta é dividida basicamente em dois tópicos principais:

Informações sobre a obra, a qual deve ser suficiente para a compreensão dos trabalhos que serão realizados de forma a subsidiar a análise de risco.

Análise de risco, a qual visa identificar os possíveis perigos que podem comprometer a garantia da segurança operacional e estabelecer medidas mitigadoras (existentes e adicionais) de forma a manter o risco a níveis aceitáveis

A seguir são feitos comentários para cada um dos tópicos apresentados no parágrafo anterior de forma detalhada. Cumpre salientar que a proposta a seguir tem por objetivo ser uma forma de abordar o assunto em tela e não possui caráter exaustivo.

Informações sobre obra

- a. Motivação da obra, a qual consiste na descrição dos motivos e/ou causas que levaram a execução da obra/serviço;
- b. Descrição da obra, contendo principais métodos e detalhes construtivos de forma a permitir a compreensão e avaliação dos riscos envolvidos devido à execução da obra;
- c. Faseamento da execução dos serviços, caso a obra seja dividida em etapas. (ex.: trabalhos em posições de estacionamento, recapeamento da pista de pouso e decolagem em etapas, etc.);
- d. Material utilizado para isolamento e sinalização da área da obra tais como: tapume, telas, placas de advertência e direção, lâmpadas (espaçamento, cor);
- e. Horário de execução dos trabalhos;
- f. Informações a respeito dos equipamentos e veículos, como altura e velocidade de locomoção;
- g. Representação gráfica da obra contendo, no que couber, informações, tais como:
 - i. Localização do serviço de tráfego aéreo, do Serviço de Prevenção, Salvamento e Combate a Incêndio em Aeródromos Civis (SESCINC), identificação da área de movimento e da faixa de pista;
 - ii. Trajetos dos veículos/maquinários dentro do sítio aeroportuário;

- iii. Delimitação (limites) da área abrangida pelos trabalhos de execução da obra, bem como, sinalizações limítrofes para circulação de veículos e pessoas;
- iv. Locação e forma da sinalização (horizontal e/ou luminosa) a fim de identificar áreas interditadas fora de serviço;
- v. Locação e forma da sinalização horizontal de deslocamento de cabeceira;
- vi. Locação e identificação de auxílios visuais (ex. luzes de fim de pista, luzes de borda de pista) e de navegação aérea (ex. PAPI, ILS) que sofreram alteração em função da realização dos trabalhos;
- vii. Cotagem dos principais elementos de interesses como: área interditada, deslocamento de cabeceira, distância da obra à pista de pouso e decolagem, distância da obra em relação às aeronaves, distância das sinalizações de área interditada em relação às aeronaves, espaçamento entre aeronaves, etc;
- h. Forma de comunicação da obra para comunidade aeroportuária;

De posse das principais informações relativas à execução dos serviços, o(s) responsável(is) pela realização da análise de risco deve(m) ter como premissas a consideração do impacto da obra nas atividades do Operador Aeroportuário, do Serviço de Tráfego Aéreo e do Comandante de aeronave.

Nesse sentido, visando compreender a interação ou a inserção da obra no contexto operacional aeroportuário recomenda-se que, previamente, a realização da análise de risco conforme preconizado no DOC 9859 (ICAO, 2009), seja feita uma contextualização das operações no aeroporto. Isso tem por objetivo, situar o(s) responsável(is) pela análise de risco no ambiente operacional, bem como auxiliar no desenvolvimento do raciocínio para o caso concreto.

Dessa forma, propõe-se que seja seguido o seguinte protocolo para a realização da análise de risco:

Análise de Risco – Contextualização operacional

- a. Identificar principais alterações na configuração operacional do aeródromo afetas à execução do serviço, bem como eventuais limitações operacionais como:
 - i. execução dos serviços na pista de pouso e decolagem operacional;
 - ii. necessidade de deslocamento de cabeceira;
 - iii. necessidade de desligamento de auxílios a navegação aérea e suas implicações;
 - iv. necessidade de modificação das sinalizações horizontais e luminosas;
 - v. necessidade de interdição de pista(s) de taxiamento;
 - vi. necessidade de obstrução do acesso principal do SESCINC;
 - vii. períodos de baixa visibilidade;
 - viii. realização do serviço em pista de pouso e decolagem, tendo outra pista paralela próxima;
 - ix. execução do serviço em período noturno;
 - x. visibilidade direta do Serviço de Tráfego Aéreo;
 - xi. eventos de segurança operacional ocorridos no aeródromo, etc;
- b. Identificar possíveis alternativas para manter a operacionalidade e segurança, em virtude da realização dos serviços, tais como:
 - i. possibilidade de uso de outra pista de pouso e decolagem;
 - ii. possibilidade de executar os trabalhos em horário não coincidente com o de maior movimento;

- iii. necessidade de paralisação das operações aéreas;
- iv. necessidade de estabelecimento de rota alternativa para taxiamento das aeronaves;
- v. necessidade de realização de acordo operacional envolvendo membros da comunidade aeroportuária, etc;

Análise de Risco propriamente dita

- a. Para cada etapa da obra, é necessário estabelecer prováveis cenários de perigo às operações aéreas, considerando-se, no que couber, o seguinte:
 - i. Pouso em função da cabeceira considerada;
 - ii. Decolagem em função da cabeceira considerada;
 - iii. Taxiamento, conforme o pátio (aviação comercial, aviação geral, etc.);
 - iv. Execução da obra;
 - v. Baixa visibilidade.
- b. Para cada cenário estabelecido,
 - i. Extrair os Perigos;
 - ii. Estimar as consequências;
- c. Listar as defesas existentes (tecnologia, treinamento e regulamento) para cada consequência;
- d. Classificar o risco para cada consequência;
- e. Listar as defesas adicionais (tecnologia, treinamento e regulamento) para cada consequência;
- f. Reclassificar o risco para cada consequência;
- g. Identificar o responsável para cada defesa;

- h. Detalhar as defesas existentes e adicionais, a fim de verificar a sua exequibilidade e necessidade de possíveis ajustes, além de permitir o planejamento para sua implementação.

Cumprе salientar que, caso tenha ocorrido obra similar anteriormente no aeródromo, é interessante buscar informações que possam alimentar (subsidiar) a análise de risco, tais como: procedimentos e medidas que foram adotadas para manter a segurança operacional em níveis aceitáveis, as que foram julgadas adequadas, as que foram demasiado conservadoras, as que foram insuficientes, as que tiveram que ser estabelecidas no decorrer da execução da obra, etc...

Adicionalmente, ao final da análise de risco, pode-se concluir pela necessidade de alteração de algum método construtivo, sequência executiva, horário, alteração de HOTRAN (horários de transporte), paralisação das operações aéreas, dentre outros, ou até mesmo pela suspensão da execução da obra naquele momento, pois não foi possível manter a segurança a níveis aceitáveis. Por outro lado, pode-se concluir que as medidas mitigadoras (existentes e adicionais) adotadas conferem um nível aceitável de segurança operacional no aeródromo quando da realização da obra.

4 CONCLUSÃO

A realização de qualquer serviço de engenharia exige planejamento prévio, ainda mais se este serviço for a execução de uma obra na área operacional de um aeroporto, sendo condição *sine qua non* manter a segurança operacional em níveis aceitáveis.

Nessa linha de pensamento, acredita-se que a metodologia ora proposta possa servir como uma ferramenta auxiliar no processo de gerenciamento do risco à segurança operacional e, com isso, ajudar a minimizar o risco que pode ser criado por obras nos aeroportos.

Importante salientar a necessidade de monitoramento da segurança operacional na execução dos serviços a fim de verificar a eficácia das medidas

mitigadoras propostas, bem como para identificar/mitigar possíveis novos perigos/riscos associados às obras.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Aviação Civil. **Manual de operações do aeroporto (IAC 139-1001)**. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional (SGSO) em Aeroportos (IAC 139-1002)**. Rio de Janeiro, 2005.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (Brasil). **Guia para elaboração de SGSO de empresa aérea (IS n.119-02 Rev B)**. Rio de Janeiro, 2011.

_____. **Certificação Operacional de Aeródromos (RBAC 139)**. Brasília, 2009.

BEZERRA, George Christian Linhares. Gerenciamento do Risco à Segurança Operacional durante Intervenção de Manutenção em Aeroportos **Revista Conexão SIPAER**, v.2, n.2. , mar./abr. 2011:

CIVIL AVIATION SAFETY AUTHORITY (Austrália). **AC 139-20(0): Safe Planning and Conduct of Aerodrome Works**, Australian Government, March, 2007.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Safety management manual – SMM (DOC 9859 AN/474)**. 2. ed., Montreal. ICAO, 2009.

PROPOSAL OF A METHODOLOGY FOR THE EVALUATION OF RISKS ASSOCIATED WITH THE EXECUTION OF AERODROME AIRSIDE WORKS

ABSTRACT: The execution of works on the aerodrome airside usually changes the air operation routine. This changing of the daily routine at an aerodrome generally brings, as a result, the creation of new hazards, the worsening of the already existing ones and, consequently, a decrease in operational safety, creating the need of measures to be taken in order to keep operational safety at acceptable levels. This paper aims at proposing a methodology for the evaluation of the operational safety risk applied to the execution of works on the aerodrome airside, considering the definitions contained in the International Civil Aviation Organization (ICAO) Doc. 9859 – Safety Management Manual (2009).

KEY WORDS: Aerodromes. Works. Operational Safety.

CONTROLE DE TRÁFEGO AÉREO: PANORAMA ATUAL E PERSPECTIVAS

Gustavo Borges Basilio ¹

Robson Carlos ²

Maria Terezinha Pavan ³

Roberto Márcio dos Santos ⁴

Donizeti de Andrade ⁵

Artigo submetido em: 16/06/2011

Aceito para publicação em: 26/08/2011

RESUMO: Este artigo apresenta as propostas dos novos processos de gerenciamento de tráfego aéreo, em virtude da crescente demanda mundial de aeronaves em operação. Dentro desse contexto, o estudo aborda os conceitos e a implantação do Sistema de Navegação Aérea Futuro (FANS) da *International Civil Aviation Organization* (ICAO), que abrange comunicação, navegação e vigilância dentro do conceito do gerenciamento de tráfego aéreo (CNS/ATM). Um dos objetivos desse conceito é aumentar a capacidade do espaço aéreo de absorver demanda e diminuir custos operacionais, melhorando o nível de segurança já existente. O artigo conclui que para um processo de transição eficiente deve-se levar em consideração aspectos como formação e capacitação de provedores, bem como tempo de adaptação de usuários e aeronaves ao novo sistema.

PALAVRAS-CHAVE: Gerenciamento de Operações. Tráfego Aéreo. Navegação Aérea.

¹ Oficial Aviador da FAB, graduado em Ciências Aeronáuticas pela AFA, investigador de acidentes aeronáuticos e mestrando em Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade Continuada pelo ITA.basorion2000@yahoo.com.br

² Oficial Especialista em controle de tráfego aéreo, inspetor do controle do espaço aéreo, investigador de acidentes no controle do espaço aéreo e mestrando em Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade Continuada pelo ITA.robsoncarloss@yahoo.com.br

³ Graduada em Comunicação Social com Habilitação em Jornalismo pela UEL e especialista em língua inglesa, coordenadora de segurança operacional - navegação aérea - Aeroporto de Londrina, elemento credenciado SIPAER e mestranda em Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade Continuada pelo ITA.terry@sercomtel.com.br

⁴ Oficial especialista em controle de tráfego aéreo, inspetor do controle do espaço aéreo, mestre em Psicologia pelo Instituto de Psicologia da UFRGS e mestrando em Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade pelo ITA.rob.marcio@hotmail.com

⁵ Engenheiro Aeronáutico pelo 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 parceira ITA-ESPM (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

1 INTRODUÇÃO

A indústria do transporte aéreo tem papel importante na economia mundial permanecendo como um dos setores que mais cresce no cenário global atual. Segundo projeções de crescimento do tráfego aéreo mundial, os Estados Unidos e a Europa são as áreas de maior concentração de tráfego atualmente, estando a Ásia Pacífico em terceiro lugar. Ainda segundo projeções de crescimento da malha aérea para 2025, a estimativa de aumento de tráfego para América do Norte é de 2 vezes o nível atual; Europa 2,4 vezes; Ásia Pacífico 3 a 4 vezes; e América Latina 3,4 vezes, com grande participação brasileira. Esta saturação leva à necessidade de avanços tecnológicos (STANISCIA, 2007).

Uma das chaves para que se mantenha a vitalidade da aviação civil é assegurar que um sistema de navegação aérea seguro, eficiente e ambientalmente sustentável esteja disponível em nível global. Tal situação requer a implantação de um sistema de gerenciamento de tráfego aéreo que permita o uso máximo das capacidades providas pelos avanços tecnológicos (ICAO, 2005).

Neste artigo serão descritos conceitos-chave do CNS/ATM e apontadas perspectivas e limitações de adequação do sistema brasileiro no âmbito de provedores e usuários.

2 O NOVO MODELO DE COMUNICAÇÕES, NAVEGAÇÃO E VIGILÂNCIA NO GERENCIAMENTO DE TRÁFEGO AÉREO - CNS/ATM

A ICAO tem demonstrado preocupação com o contínuo crescimento da aviação civil dentro do contexto mundial desde a década de 1980, tendo estabelecido, em 1983, o Comitê Especial para Sistemas de Navegação Aérea Futuro (FANS) para desenvolver, no prazo de 21 anos seguintes, recomendações de desenvolvimento futuros para a aviação civil. Em 1991, a décima conferência da ICAO endossou o conceito FANS, conhecido como *Communication, Navigation and Surveillance / Air Traffic Management Systems* (CNS/ATM). Para a implementação do CNS/ATM, a ICAO elaborou em 1998, o *Global Coordinated Plan For Transition*

to ICAO CNS/ATM Systems, revisado em 2002, tendo como documento estratégico para implantação do sistema o Doc 9750 – *Global Air Navigation Plan for CNS/ATM Systems* (ICAO, 2005).

O CNS /ATM tem como proposta aumentar a capacidade do espaço aéreo e diminuir os custos operacionais mantendo ou melhorando os níveis de segurança praticados atualmente (SIQUEIRA, 2005). Nesse contexto, o Brasil, Estado signatário da ICAO, vislumbrando a sobrecarga decorrente do aumento no volume de tráfego no cenário nacional, vem implementando no gerenciamento de tráfego aéreo esse conceito, que engloba “tecnologia de satélites e elementos de sistemas de alcance óticos, instalados em terra, de forma que, integrando-os, sejam alcançados os melhores resultados” (BRASIL, 2010).

As comunicações, nesse modelo, serão realizadas através de um sistema de trocas de informações por meio de formatos padronizados de mensagens instantâneas, conhecido como CPDLC – *Controller Pilot Data Link Communications*. A navegação migrará de um modelo baseado em auxílios à navegação instalados no solo, para um modelo que adotará o conceito de navegação baseada em performance (PBN - *Performance-based Navigation*) que utilizará um sistema global de navegação aérea baseada em satélites (GNSS - *Global Navigation Satellite System*).

O conceito de Vigilância Dependente Automática (ADS - *Automatic Dependent Surveillance*) estabelece que a aeronave transmita, contínua e automaticamente, informações utilizando todos os receptores na área de alcance (ADS-B, *broadcast*) ou através de um contrato de uso de satélite (ADS-C, *contract*), sendo que a precisão de sua posição será garantida através da multilateração de satélites, que é a diferença de tempo de chegada do sinal em um número de sensores para cálculo da posição do alvo (BRASIL, 2010).

Contudo, observou-se a necessidade de se estabelecer conceitos compreensivos e integrados para um sistema global de ATM. Para desenvolver esse conceito, a comissão de navegação aérea da ICAO estabeleceu o *Air Traffic*

Management Operational Concept Panel (ATMCP) surgindo, então, um guia para implantação da tecnologia CNS/ATM através do documento *Global Air Traffic Management Operational Concept* ou Doc 9854/AN458, em 2005 (ICAO, 2005).

O Doc 9854 trouxe a visão de um sistema ATM integrado, harmonizado e globalmente inter-operacionalizado. Todos os novos sistemas de controle do espaço aéreo estão sendo desenvolvidos com base nas onze *Key Performance Area* (KPA) da ICAO. Essas KPA são inter-relacionadas e trazem a segurança operacional como prioridade.

A seguir são apresentadas, em ordem alfabética na língua inglesa, as onze *keys* para o desenvolvimento dos sistemas ATM, conforme ULFBRATT et al. (2008): a) Access and Equity - aumento do número de aeroportos com capacidade de aproximação de precisão e utilização por aeronaves civis de espaços aéreos especiais; b) Capacity - redução do tempo de movimento de solo nos principais aeroportos durante horários de pico e aumento da capacidade de cargas; c) Cost-Effectiveness – minimização de custos operacionais; d) Efficiency - interação das rotas de terminal e aeroportos; e) Environment – diminuição de emissão de gases, ruído e consumo de combustível; f) Flexibility - redução de desvios de rota e aumento do uso de rotas preferíveis pelas companhias aéreas; g) Global Interoperability - integração dos diferentes sistemas ATM nas diferentes regiões do globo; h) Participation by ATM Community - envolvimento da comunidade ATM no processo de desenvolvimento do sistema ATM global; i) Predictability - redução dos impactos das falhas do sistema; j) Safety – prevenção de acidentes e k) Security – prevenção de atos intencionais e não intencionais que prejudicam aeronaves, pessoas e instalações no solo.

O modo com que cada KPA será abordada por determinado país ou região, dependerá da política nacional ou regional, que rege a indústria de aviação. É desejável que as diferenças na implementação desses conceitos, não provoquem discontinuidades, comprometendo a economia e a eficiência das operações (SIQUEIRA, 2005).

A seguir, em cada capítulo do artigo, serão descritos alguns dos componentes que pretendem fazer do CNS/ATM um sistema global, inter-operacional, que promova segurança, economia e sustentabilidade aos usuários e provedores durante todas as fases do voo.

3 NEXTGEN E SESAR

Para melhorar o desempenho da futura arquitetura ATM, e com base na visão de um sistema ATM integrado, a Federal Aviation Administration (FAA) e a EUROCONTROL estão desenvolvendo, respectivamente, os sistemas NextGen e SESAR. O NextGen refere-se ao *Next Generation Air Transportation System* que pretende transformar e unificar, até 2025, o sistema de transporte aéreo americano (ESTADOS UNIDOS, 2011a). O SESAR refere-se ao *Single European Sky ATM Research*, com foco no espaço aéreo totalmente integrado e sem fronteiras políticas, a ser implantado até 2020 com a utilização do *Shared Wide Information Management – SWIM* (EUROCONTROL, 2011).

Uma vez que segurança, eficiência e previsibilidade são características essenciais do ATM do futuro, algumas condições são necessárias para sua implantação. Além de intensificar o uso da comunicação de dados e aumentar o nível de automação, o CNS/ATM contempla mudanças para operações baseadas em gerenciamento de trajetórias 4-D, operações baseadas em performance - RNP/RNAV (*Required Navigation Performance/Area Navigation*) e utilização de ferramentas embarcadas de apoio a decisão (STANISCIA, 2007). A seguir serão descritas algumas dessas ferramentas.

3.1 Trajetórias 4-D

Gerenciar o tráfego aéreo através do sistema 4D-*Trajectories* (4-DT) é um marco para a modernização do sistema aeroespacial, porém, o modo de implantação deste conceito ainda é objeto de estudos. O 4-DT, baseado nas três dimensões espaciais, mais o tempo, faz parte tanto dos esforços de atualização do

sistema NextGen da FAA, quanto do projeto SESAR da Eurocontrol. O sistema 4-DT permite que pilotos e controladores negociem a trajetória de voo mais eficiente, utilizando tempo preciso e informação de posição extremamente confiável. Com o 4-DT, pretende-se um novo tipo de gerenciamento de tráfego que permitirá aos usuários do sistema escolher rotas preferidas e aproximações de descidas contínuas de maneira a possibilitar menor consumo de combustível, menor emissão de gases e menor ruído. A FAA, o Eurocontrol, a Boeing, a Airbus e muitas outras companhias aéreas estão trabalhando para refinar exatamente o que querem que o sistema 4-DT faça (HUGHES, 2006).

3.2 Performance de Navegação Requerida

Durante muitos anos, a navegação aérea utilizou-se de rotas balizadas por VOR, DME e NDB⁶. Tais equipamentos, em virtude do crescimento tecnológico da aviação, tornaram-se obsoletos, uma vez que aquelas rotas caracterizam-se por serem fixas e ineficientes.

De acordo com a ICAO (1999), uma das soluções para os problemas decorrentes do crescimento do número de aeronaves em operação é a adoção do conceito de navegação baseada em performance (PBN). O conceito de PBN baseia-se na implementação da Navegação de Área (RNAV) associada à Performance de Navegação Requerida (RNP), tornando a navegação aérea mais eficiente, visto que minimiza a necessidade de investimento em tecnologias embarcadas, pois faz uso dos aviônicos já existentes.

A Navegação de Área é definida como um método de navegação que permite a aeronave operar em qualquer trajetória desejada, dentro da cobertura de auxílios à navegação de referência ou dentro dos limites da capacidade dos sistemas

⁶ O VOR (Radiofarol Omnidirecional em VHF) é o equipamento de auxílio à navegação aérea, de solo, que fornece os graus magnéticos chamados Radiais de uma aeronave em relação à estação; DME (Equipamento Medidor de Distância) é o equipamento responsável por fornecer a distância da aeronave em relação a um determinado auxílio, normalmente uma VOR; e NDB (Non Directional Radio Beacon ou Rádio Farol Não Direcional) é a estação transmissora de radiofrequência que fornece o azimute da aeronave em relação ao auxílio.

autônomos de navegação ou ainda da combinação de ambos (ICAO, 1999). Procedimentos RNAV são projetados para fornecer flexibilidade aos usuários servindo-se da mais ampla infraestrutura de auxílios à navegação possível (NDB, VOR, DME, GPS, Sistema de Navegação Inercial-INS e outros). Isto permite que aeronaves dotadas do sistema RNAV multi-sensor possam continuar normalmente seus voos em caso de falha de um sensor primário. A maior parte dos sistemas RNAV embarcados é capaz de selecionar e descartar automaticamente os sensores que o alimentam, de acordo com a disponibilidade de sinais (SIQUEIRA, 2005).

De acordo com a ICAO (1999) a RNP é uma meta de precisão de navegação necessária para operar em um determinado espaço aéreo. A RNP impõe requisitos tanto ao espaço aéreo quanto às aeronaves que ali operam. A notação da Performance de Navegação Requerida é dada por RNP X, onde X é o afastamento máximo permitido, em milhas náuticas (NM), em relação à posição pretendida. Para as aeronaves, o erro tolerável de variação, deve ser menor que o valor da RNP durante 95% do tempo total do voo. Por exemplo, RNP 10, significa que o afastamento máximo permissível é de 10 NM em torno da posição pretendida durante 95% do tempo de voo. Para o espaço aéreo, adequada infra-estrutura de navegação deve ser provida para garantir o cumprimento da RNP especificada.

A implementação PBN, segundo a organização, trará os seguintes benefícios: aumento da eficiência e capacidade do espaço aéreo, aproveitamento da capacidade RNAV/RNP instaladas nas aeronaves, aumento da segurança com uma navegação mais acurada, rotas mais diretas e econômicas, redução nas comunicações de voz e na carga de trabalho de pilotos e controladores, procedimentos mais favoráveis ao meio ambiente e aumento da previsibilidade da trajetória de voo.

Conforme Figura 01 (ICAO, 1999) ao contrário da navegação convencional, a RNAV e a RNP possibilitam às aeronaves a utilização de rotas sem que seja necessário o bloqueio de auxílios de solo, além de delimitar o afastamento lateral das referidas rotas de acordo com o seguimento em que se encontra. Tal

delimitação, proporcionada pela RNP, ocorre através de um sistema de alerta ao piloto, possibilitando seu retorno à rota prevista.

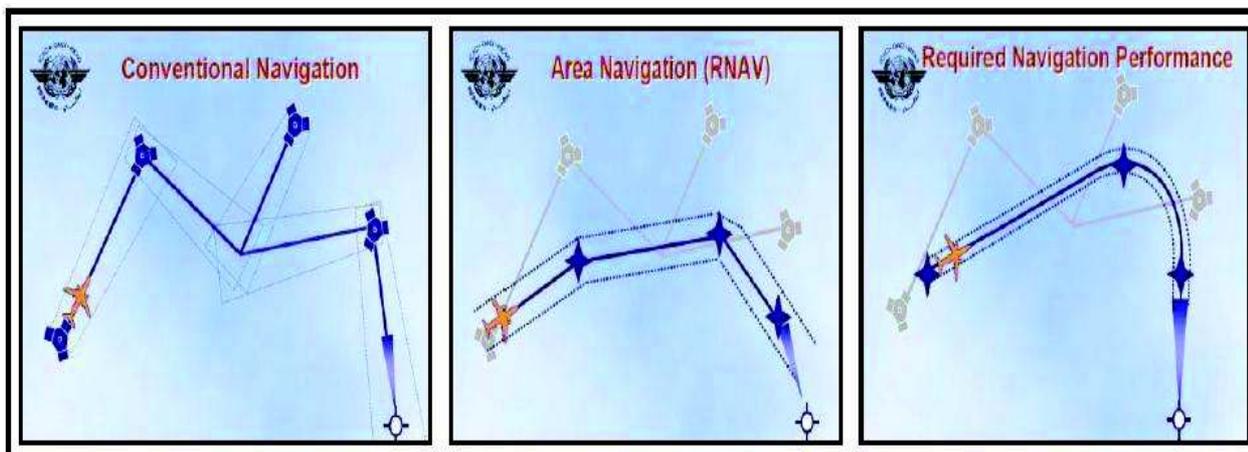


FIGURA 1 – Otimização do espaço aéreo com utilização de rotas RNAV e RNP.

Fonte: ICAO (1999)

A melhor utilização do espaço aéreo mencionada anteriormente fica evidente quando se compara a capacidade de determinação do espaço aéreo a ser utilizado entre rotas baseadas somente em auxílios de solo (VOR, DME e NDB) e o novo conceito de PBN, conforme Figura 02 (ESTADOS UNIDOS, 2011a). Nota-se que dessa forma pode-se, de acordo com a necessidade, traçar rotas paralelas com precisão, sem penalizar o nível ótimo de voo como acontecia anteriormente, aumentando a capacidade e eficiência do espaço aéreo, trazendo economia e segurança para usuários e provedores de serviço.

Para o cumprimento desses novos objetivos de adequação da circulação aérea, em face dos novos avanços tecnológicos da aviação em geral, faz-se necessário que tanto a Navegação de Área quanto a Performance de Navegação Requerida cumpram parâmetros específicos a serem utilizados de acordo com o local do espaço aéreo que estiver sendo voado. Tal critério adotado pela ICAO, mostrado no Quadro (ICAO, 1999), determina a máxima variação possível, em milhas náuticas, para os diversos segmentos do voo.

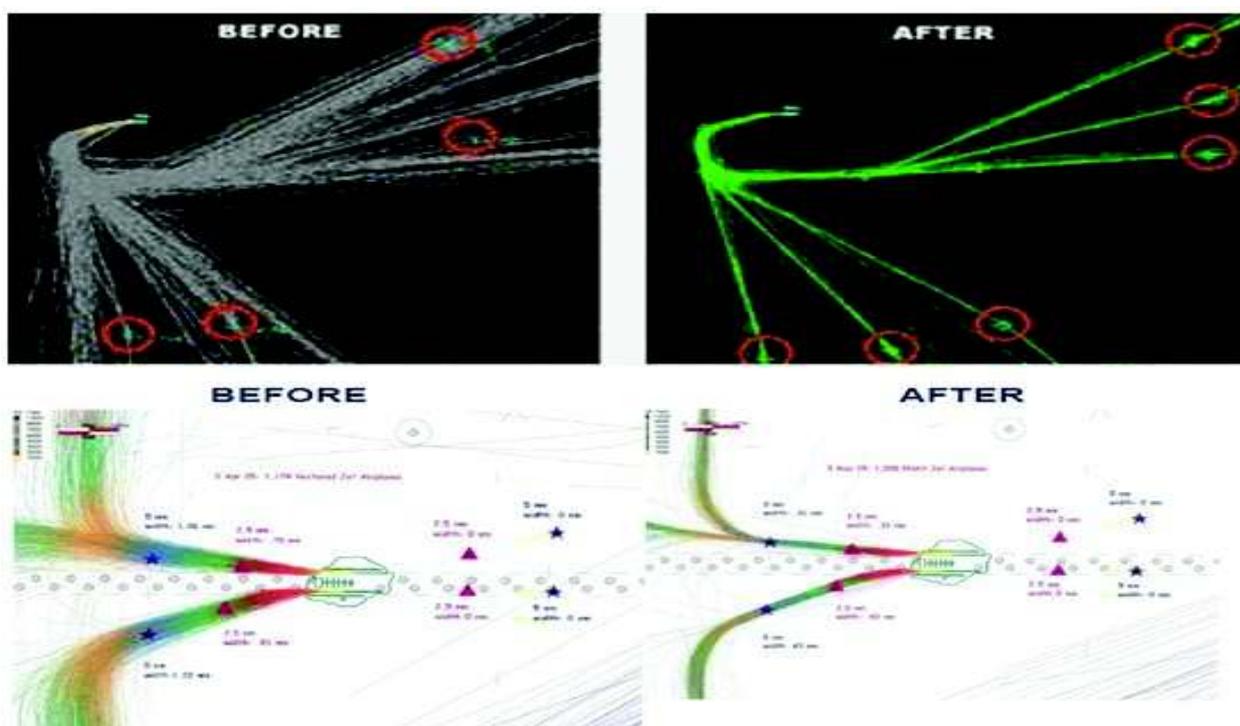


FIGURA 2 – Trajetórias radar das aeronaves nas rotas de saída do Aeroporto Internacional de Atlanta – antes e depois da utilização das rotas RNAV/RNP

Fonte: ESTADOS UNIDOS (2011a)

QUADRO 1 – Relação de espaço aéreo e especificação de navegação

FASE DO VÔO	ESPECIFICAÇÃO DE NAVEGAÇÃO
Em rota (oceânica ou remota)	RNAV10, RNP4
Em rota (continental)	RNAV5, RNAV2, RNAV1
Chegada (star)	RNAV5, RNAV2, RNAV1, BASIC-RNP1
Aproximação inicial, intermediária e perdida	RNAV1, BASIC-RNP1, RNP APCH
Aproximação final	RNP APCH, RNP AR APCH
Saída	RNAV2, RNAV1, BASIC-RNP1

Fonte: ICAO (1999)

3.3 WAAS - Wide Area Augmentation System

Ainda dentro do contexto de otimização do espaço aéreo, através da PBN, tem-se o sistema de “augmentação” baseado em satélite (SBAS-Satellite-based Augmentation System). Em cima desse conceito, alguns países ou comunidades trabalham no desenvolvimento e aperfeiçoamento de seus próprios sistemas, onde

se cita a Europa e a Ásia desenvolvendo o EGNOS (*European Geostationary Navigation Overlay Service*); o GPS indiano GAGAN (*Aided Geo Augmented Navigation*); os japoneses o MSAS (*Multi-funcional Satellite Augmentation System*); os chineses com o SNAS (*Satellite Navigation Augmentation System*); e o WAAS (*Wide Area Augmentation System*), desenvolvido pela FAA, o qual será objeto desta seção. Na figura 03 tem-se uma demonstração das áreas de abrangência inicial de alguns desses sistemas.



FIGURA 3 – Áreas de abrangência dos sistemas WAAS, EGNOS, GAGAN e MSAS
Fonte: EUROPEAN SPACE AGENCY (2011)

O WAAS consiste em uma rede de estações terrestres com suas posições aferidas, e que recebem sinais GPS para verificar os erros. Estas estações transmitem as informações para WMS (*Wide Area Master Station*) onde a correção é computada e a integridade do sistema aferido. As informações provenientes de todas as WMS são enviadas para cada subsistema de “up-link” do GEO (GUS) e transmitidas, juntamente com a mensagem de navegação, para os satélites GEO. Desse satélite as informações de correção são transmitidas na mesma frequência dos satélites GPS para os aparelhos a bordo de aviões, navios, barcos ou automóveis, com a grande vantagem de não haver qualquer despesa adicional. Basta o aparelho GPS estar qualificado para WAAS, que é o caso da maioria dos aparelhos atualmente no mercado (ESTADOS UNIDOS, 2011b).

Segundo a FAA (ESTADOS UNIDOS, 2011c), o WAAS, além de possibilitar aproximações em curva, possibilitará, também, aumento na capacidade de pista, redução nas normas de separação que permitem o aumento da capacidade em um determinado espaço aéreo sem aumento do risco, rotas mais diretas, nova abordagem nos serviços de precisão, redução e simplificação nos equipamentos a bordo das aeronaves, redução significativa nos custos do governo devido à eliminação das manutenções dos equipamentos de auxílios à navegação de solo.

4 LIMITAÇÕES E PERSPECTIVAS DA CONCEPÇÃO BRASILEIRA

Mesmo com todos os benefícios advindos da utilização desse conceito, o Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), órgão brasileiro a quem compete planejar, gerenciar e controlar as atividades relacionadas à segurança da navegação aérea, ao controle do espaço aéreo, às telecomunicações aeronáuticas e à tecnologia da informação, ainda se depara com problemas de menor complexidade, como escassez de pessoal técnico capacitado para a elaboração de procedimentos de navegação baseada em performance.

Outro desafio do DECEA é o contido no Plano do Comando da Aeronáutica, PCA 351-3: Programa de transição do SISCEAB utilizando o conceito de sistema CNS/ATM, que menciona o seguinte:

É importante ressaltar que a implementação da PBN nas áreas terminais (TMA) será influenciada pelo “mix” de aeronaves capacitadas e não capacitadas para operações RNAV e RNP. As primeiras coletas de dados indicam que, no mínimo, 80% das operações aéreas nas principais TMA brasileiras são realizadas por aeronaves capazes de realizar operações RNAV. Desta forma, a análise para a implementação de operações RNAV nas principais TMA brasileiras deverá considerar a possibilidade de que as aeronaves não capacitadas para operações RNAV sejam vetoradas⁷, a fim de seguirem as SID⁸ e STAR⁹ RNAV. Tal análise deverá incluir

⁷ Provisão de orientação para navegação às aeronaves, em forma de proas, baseada no uso de um sistema de vigilância ATS.

⁸ Saída Padrão por Instrumentos.

a realização de simulações em tempo real e tempo acelerado, a fim de verificar o aumento da carga de trabalho dos controladores e a adequação da nova estrutura do espaço aéreo a ser proposta, considerando os fatores econômicos que balizarão a Análise de Custo-Benefício (BRASIL, 2006, p. 30).

No ano de 2001, a RNP 10 foi implementada numa porção do espaço aéreo oceânico brasileiro conhecido como corredor Europa – América do Sul (EUR/SAM). A RNP 5 já está sendo requisito de performance do espaço aéreo continental brasileiro, estando as FIRs (*Flight Information Regions*) Brasília, Curitiba, Amazônica e Recife operando segundo esse requisito.

Nesse período de transição, as rotas RNAV estão sendo sobrepostas às convencionais. Neste caso, o tráfego está sendo segregado por meio do estabelecimento de níveis máximos para as rotas convencionais e mínimos para as rotas RNAV (SIQUEIRA, 2005).

Com relação ao Sistema de Aumentação Baseado em Satélites, de acordo com a Diretriz do Comando da Aeronáutica, DCA 351-2 Concepção Operacional ATM Nacional, embora a tecnologia SBAS esteja disponível para aplicação imediata, essa tecnologia não será utilizada no Brasil em curto e médio prazo, tendo em vista que: a) as interferências ionosféricas afetam a confiabilidade dos sinais do GNSS, em praticamente toda a área de responsabilidade brasileira, fato que resultaria em uma relação custo/benefício desfavorável; b) cerca de 85% das operações aéreas brasileiras são de aeronaves comerciais, que operam em aeroportos dotados de infra-estrutura adequada de navegação aérea; e c) a implementação da segunda frequência civil no GPS e a entrada em operação do GALILEO pode representar um aumento na integridade e disponibilidade do GNSS, o que resultaria desnecessária a implementação do SBAS.

⁹ Rotas Padrão de Chegada – é uma transição entre uma aerovia e um procedimento de aproximação.

5 SISTEMAS EMBARCADOS

Para que seja possível toda a coordenação de fluxo de tráfego pelo controle de tráfego aéreo, é necessário que os controladores visualizem de forma exata a posição das aeronaves nas telas radar. O equipamento instalado na aeronave que permite essa visualização é conhecido como transponder.

Mas como funciona o transponder? As estações radar de controle de tráfego enviam de forma automática e em períodos de tempo pré-estabelecidos uma mensagem de interrogação à aeronave, a qual é respondida pelo equipamento instalado no avião. Dependendo da tecnologia envolvida no processo, a resposta do transponder à interrogação do radar pode conter apenas o código selecionado no painel de controle do instrumento - transponder Modo A - ou informações mais específicas, como altitude, proa e velocidade mantidas pela aeronave interrogada - transponder Modo C (GLIDERPILOT, 2010).

O transponder pode ainda responder a interrogação do radar de controle de tráfego de uma forma bem específica, aparecendo na tela do radar com uma cor diferente das demais respostas de transponder de outras aeronaves. Isso acontece quando o piloto pressiona o botão "ident", ou identificação, do instrumento. Isso ajuda o controlador diferenciar determinada aeronave de outras em áreas de grande concentração de tráfego (GLIDERPILOT, 2010).

5.1 TCAS

O TCAS, abreviatura em inglês de *traffic collision avoidance system*, é um equipamento instalado a bordo de grandes aeronaves, que identifica a posição e direção de outros aviões, quando estes possuem transponder e os mesmos estão ativados. Atualmente existem várias versões de TCAS em operação e várias outras em desenvolvimento. O instrumento, assim como as estações radar, envia uma interrogação automática aos transponders de outros aviões que respondem a essa indagação, passando informações como altitude e direção de aproximação de aeronaves dentro de um raio de aproximadamente quatro milhas (ALLSTAR, 2006).

Existem dois tipos de alertas que o equipamento emite para os tripulantes. O alerta de tráfego (*TA-traffic advisory*) que informa ao piloto da proximidade de alguma aeronave, mas ainda com uma separação considerada segura, sem necessidade de mudança de rota. Já o alerta de resolução (*RA-resolution advisory*), obriga o piloto a realizar uma manobra evasiva, na intenção de não conflitar com outro tráfego. A manobra evasiva é sempre padronizada, e indicada pelo próprio equipamento, contemplando unicamente um desvio vertical, não sendo permitido, pela atual tecnologia empregada, desvio lateral. Em caso de a aeronave que efetuar o desvio estar voando em regras de voo por instrumentos, tal manobra necessita ser informada de imediato ao controle de tráfego (ALLSTAR, 2006).

5.2 Limitações e Perspectivas

Devido às diversas interrogações emitidas tanto por estações radar em solo quanto por equipamentos TCAS embarcados, o transponder de uma aeronave pode ficar sobrecarregado em áreas de grande fluxo, não conseguindo fornecer ao controle as informações devidas, ou as fornecendo com atraso. Em áreas de grande concentração de aeronaves, não raro as respostas dos transponders se sobrepõem umas as outras, anulando-se, tornando impossível ao controle de tráfego visualizar as informações das aeronaves vetoradas (GLIDERPILOT, 2010).

Na tentativa de reduzir essas limitações, já está em operação em alguns países como a Alemanha e Holanda o transponder Modo S, que responde às diversas interrogações de forma seletiva e com informações adicionais, sendo possível encontrar uma aeronave próxima e seletivamente interrogá-la. Cada transponder Modo S possui uma identificação única padrão ICAO, definida no momento de instalação do equipamento, o que facilita o controle de tráfego, que não mais necessita coordenar com diversas aeronaves a alocação de códigos transponder (GLIDERPILOT, 2010).

Quanto ao TCAS, já está em estudo a terceira geração do equipamento, que possibilitará ao piloto efetuar não só desvios verticais, mas também desvios laterais

para evitar tráfegos convergentes. Isso será possível devido a avanços na precisão das antenas do TCAS, diminuindo consideravelmente a margem de erro. Outro avanço proposto pela nova tecnologia é o *link* direto do TCAS com o transponder Modo S. Através dessa ligação, o sistema será capaz de fornecer informações de posição e velocidade do GPS da aeronave para outros TCAS, permitindo informações muito mais precisas (ALLSTAR, 2006).

6 CONCLUSÃO

Como demonstrado no presente artigo, todo o sistema mundial de controle do tráfego aéreo, aí inserido o Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro (SISCEAB) encontra-se em processo de transição, no qual o sistema baseado em auxílios terrestres convive com a implantação de novos métodos, processos e equipamentos que empregam meios satelitais para a navegação. Nesse período, o Sistema deve estar capacitado a atender as aeronaves que disponham dos mais modernos recursos de navegação, assim como aquelas que possuem equipamentos tecnologicamente inferiores, propiciando confiabilidade e segurança em todos os serviços prestados.

Observou-se que dentro da visão futurista da tecnologia ATM o elemento humano está direcionado para o processo de tomada de decisão, enquanto que as funções de separação e gerenciamento de tráfego permanecem com processos automatizados. O aprimoramento dos equipamentos e sistemas, bem como dos processos de manutenção, suporte logístico, formação, habilitação e treinamento de pessoal deve ser acompanhado por exaustivos trabalhos de análise, de forma a assegurar que usuários e provedores possam se adaptar e operar de forma segura e confiável o novo sistema.

Não se esgotou neste artigo todos os assuntos relacionados ao tema. Entende-se que estudos futuros focados principalmente na interação homem-máquina devam ser conduzidos pelos órgãos responsáveis pela implantação do novo sistema, de forma a atender completamente o principal objetivo do CNS/ATM,

qual seja: manter ou aumentar os níveis de segurança já existentes.

Durante o período de transição dos atuais sistemas para o CNS/ATM, os auxílios à navegação baseados em terra deverão ser mantidos em condições operacionais, pois a velocidade de implantação de novos equipamentos de bordo é variável. As aeronaves que demandarão um tempo maior para se adequar aos novos sistemas não poderão ser penalizadas na utilização do espaço aéreo, continuando a receber toda a assistência para a realização segura de seus voos.

REFERÊNCIAS

ALLSTAR. **Sistemas Embarcados** :TCAS. Disponível em:

<<http://www.allstar.fiu.edu/aero/tcas.htm>> Acesso em: 18 nov. 2010.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo.

Concepção Operacional ATM Nacional (DCA 351-2). Portaria No 299/GC3, de 5 de maio de 2008.

_____. **Programa de transição do SISCEAB utilizando o conceito de sistema**

CNS/ATM (PCA 351-3). Portaria DECEA No 109/DGCEA, de 20 de outubro de 2006.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. **Elementos do CNS/ATM**. Disponível em:

<http://www.aer.mil.br/portal/trafegoaereo/2212_cnsatm.htm>. Acesso em: 19 nov. 2010.

ESTADOS UNIDOS. Federal Aviation Administration. **Navigation Services: WAAS: How It Works**. Disponível em:

<http://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/ato/service_units/techops/navservices/gnss/waas/howitworks/>. Acesso em: 13 jun. 2011b.

_____. **Navigation Services: WAAS: Benefits**. Disponível em:

<http://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/ato/service_units/techops/navservices/gnss/waas/benefits/>. Acesso em: 13 jun. 2011c.

_____. **NexGen**. Disponível em: <<http://www.faa.gov/nextgen/>>. Acesso em: 13 jun. 2011a.

EUROCONTROL. **About SESAR**. Disponível em: <<http://www.eurocontrol.int/content/sesar-and-research>>. Acesso em: 13 jun. 2011.

EUROPEAN SPACE AGENCY. **Áreas de abrangência dos sistemas WAAS, EGNOS, GAGAN e MSAS**. Disponível em:<http://www.esa.int/images/SBAS_coverage.jpg>. Acesso em: 18 nov. 2010.

GLIDERPILOT. **Sistemas Embarcados: Transponder**. Disponível em:
<<http://www.gliderpilot.org/FLARM-Transponders>> Acesso em: 18 nov. 2010.

HUGHES, D. **NextGen and SESAR Grapple With 4-d Trajectories**. Disponível em:
<http://www.aviationweek.com/aw/generic/story_channel.jsp?channel=bca&id=news/nextgen0710p07.xml&headline=null&next=20>. Acesso em: 20 nov. 2010.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Performance-Based Navigation Manual (Doc 9613)** 2. ed. Montreal: ICAO, 1999.

_____. **Global Air Traffic Management Operational Concept (Doc 9854/AN458)**. Montreal: ICAO, 2005.

SIQUEIRA, C. A. **Navegação Aérea Segundo o Conceito CNS/ATM: custos e benefícios**. 2005. Dissertação. (Mestrado em Engenharia de Infra-Estrutura Aeronáutica). Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, SP, 2005.

STANISCIA, G. F. Latin America Aero & Defence. Gerenciamento de Tráfego Aéreo de Nova Geração. **Coletânea de Apresentações**. Rio de Janeiro, 2007.

ULFBRATT, E. et.al. **Comparison of the SESAR and NextGen Concepts of Operations**. Network Centric Operations Industry Consortium. NCOIC Aviation IPT, 2008. Disponível em:
<https://www.ncoic.org/apps/group_public/download.php/12026/SESAR_NextGen_Comparison%2020090317FINAL.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2010.

AIR TRAFFIC CONTROL: CURRENT OVERVIEW AND PROSPECTS

ABSTRACT: This paper presents the proposals of new processes for managing air traffic, due to growing global demand for aircraft in operation. Within this context, the study discusses the concepts and implementation of the Future Air Navigation System (FANS) of the International Civil Aviation Organization (ICAO), which includes communication, navigation and surveillance within the concept of air traffic management (CNS/ATM). One goal of this concept is to increase airspace capacity to absorb demand and reduce operating costs, improving the existing level of safety. The article concludes that for an efficient transition process to take place, one should take into account aspects, such as, training of providers and allowance of time for the adaptation of users and aircraft to new system.

KEY WORDS: Operations Management. Air Traffic. Air Navigation

O ERRO NO CONTROLE DE TRÁFEGO AÉREO: UMA ABORDAGEM CIENTÍFICA

Vagner Gomes Venâncio¹

Artigo submetido em: 06/07/2011

Aceito para publicação em: 16/08/2011

RESUMO: O presente trabalho busca uma explanação dos erros aos quais os controladores de tráfego aéreo estão expostos no desempenho de suas funções profissionais. A principal motivação dessa explanação está na busca de ferramentas adequadas para que os erros sejam minimizados, ou até mesmo extintos. A explanação é realizada através de uma revisão dos trabalhos científicos que tratam do assunto, mostrando pontualmente, a fundamentação dos erros mais comuns observados no controle de tráfego aéreo.

PALAVRAS-CHAVE: Controle de tráfego aéreo. Erro humano. Segurança de voo.

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento das relações sociais sugere a necessidade de maior integração entre os membros da sociedade. Para tanto, a existência de um meio de transporte rápido vem ao encontro dessas necessidades encontradas pelos indivíduos. Sendo assim, a aviação torna-se um importante meio de integração entre os povos dado seu dinamismo. Especialmente no Brasil, a aviação tem mostrado consideráveis números em seu crescimento, mesmo durante a crise econômica mundial enfrentada recentemente. Conforme dados da INFRAERO, nos últimos anos, a indústria vem apresentando constante crescimento no número de usuários, chegando a um aumento de cerca de 120% na quantidade de passageiros transportados nos últimos oito anos.

Considerando que os acidentes aeronáuticos são percentualmente contabilizados em referência a quantidade de voos, o crescimento experimentado pelo setor levará ao aumento do número absoluto de acidentes. Com isso, o nível de desconfiança e cobrança da sociedade também se elevará, pressupondo a necessidade de incremento dos padrões de segurança existentes. (CUSTOS, 1997a)

¹ Bacharel em Ciências Econômicas pela UEL – Universidade Estadual de Londrina. Mestrando em Segurança na Aviação e Aeronavegabilidade Continuada pelo ITA. vagnervenancio@yahoo.com.br

Dentre os diversos fatores contribuintes ou determinantes para a ocorrência de um acidente ou incidente aeronáutico, destacam-se, por figurar na grande maioria destes, as falhas do elemento humano do sistema. (CUSTOS, 1997b).

A segurança é um elemento essencial na aviação, sendo que o desempenho humano é causa significativa de grande parte dos acidentes e incidentes aéreos. Com o uso de ferramentas adequadas o erro humano pode ser administrado, porém a administração do erro exige a compreensão dos indivíduos, bem como dos fatores organizacionais e institucionais envolvidos.

Albuquerque Filho (1991) cita que a segurança de voo é uma decorrência natural da prevenção de acidentes. Apesar da prevenção de acidentes focalizar o voo de uma aeronave, os seus trabalhos têm origem nas atividades de formação de pessoal, apoio, suprimento, manutenção, infraestrutura, etc. Nesse caso, a prevenção de acidentes é uma função que inter-relaciona e coordena todas as atividades direta ou indiretamente ligadas ao voo e deve estar presente em cada uma delas.

Neste contexto, o Controle do Espaço Aéreo figura como um importante elo, em que a implementação de políticas de segurança devem ser realizadas e, para que o Serviço de Controle de Tráfego Aéreo seja executado em seu nível ótimo, o gerenciamento da segurança operacional deve ser realizado constantemente, reduzindo a possibilidade de contribuição de erro do controle de tráfego a qualquer acidente aeronáutico ou incidente de tráfego aéreo.

Portanto, o entendimento da natureza científica dos possíveis erros aos quais os controladores de tráfego aéreo estão expostos pode tornar-se um importante instrumento para o desenvolvimento de defesas capazes de minimizar seus impactos operacionais.

2 O ERRO NO CONTROLE DE TRÁFEGO AÉREO

Notadamente, o erro humano tem sido variável presente na grande maioria dos acidentes aéreo registrados no mundo, independentemente de sua razão ou em qual esfera do sistema de aviação de onde o erro tenha sido originado. Um erro

ocorrido em um dos subsistemas da aviação, o controle de tráfego aéreo, também poderá ser o gerador de uma grande catástrofe.

Wiegmann (2000) enumera as seis maiores perspectivas do erro humano, todas com suas vantagens e desvantagens na avaliação de sua contribuição para determinado acidente. Sem nenhuma particularidade de ordem, Wiegmann expressa as perspectivas: cognitiva, ergonômica, organizacional, aeromédica, psicossocial e comportamental.

2.1 Falha Cognitiva

Wiegmann (2003) coloca que o princípio da análise do erro humano sob a perspectiva cognitiva assume que a mente do operador envolvido trabalha e pode ser contextualizada como um sistema de tratamento da informação, considerando que uma mensagem enviada pelo ambiente onde o operador está situado poderá ser captada por algum dos sentidos humanos (visão, audição, etc) e será processado através de vários estágios ou operações mentais sendo posteriormente armazenado.

Shorrock (2005) afirma que a memória figura como uma ferramenta essencial para a determinação da consciência situacional do controlador de tráfego aéreo, alegando que lapsos de memória estão comumente associados a incidentes e acidentes de tráfego aéreo.

Shorrock, na mesma obra, também coloca que controladores de tráfego aéreo dependem, e muito, de sua memória no cumprimento de suas funções, independentemente de outras ferramentas que venham a utilizar.

Usando sua memória de trabalho, o controlador de tráfego aéreo pode realizar a codificação, o armazenamento e a recuperação de informações sobre o tráfego sob seu controle e sobre todo o ambiente operacional no qual está inserido. Apesar de algumas informações poderem ser apresentadas de maneira permanente com a utilização de outras ferramentas (e.g strips eletrônicas, apresentação radar,

cartas aeronáuticas utilizadas na console, etc.) o controlador de tráfego aéreo deve manter informações sobre a memória recente, como por exemplo, qual aeronave está em sua frequência, indicativos, rotas, níveis de voo, entre outras. Além disso, deve manter em sua memória outras informações importantes, que podem não estar disponíveis rapidamente, como solicitações dos pilotos, condições meteorológicas, cotejamentos e até mesmo de realizar as verificações necessárias em determinados intervalos.

Baddeley e Hitch (1974) *apud* Shorrock (2005), explicam que a memória de trabalho, citada anteriormente, possui três componentes: o centro livre executor, assemelhando-se a atenção com um laço fonológico e a visão espacial. O centro executor, que é o componente mais importante e versátil da memória de trabalho, lidando com as tarefas cognitivas demandadas e o *loop* fonológico, e bloco de desenho da visão espacial que são “componentes escravos” dos sistemas utilizados pelo centro executor. Cada um desses componentes da memória de trabalho tem sua capacidade limitada e são praticamente independentes uns dos outros, permitindo a realização de determinados tipos de multitarefas.

Considerando o controle de tráfego aéreo, cabe ressaltar que trata-se de um sistema extremamente dinâmico e complexo, em que inúmeras variáveis podem interferir nas ações, tanto dos pilotos de aeronaves como de controladores de tráfego aéreo. Cabe, ainda, a lembrança de que, em controle de tráfego aéreo, a variável “tempo” tem papel fundamental nas operações, uma vez que o modal aéreo se apresenta como a alternativa de maior velocidade no transporte de passageiros. Niessen (2001) ainda coloca que, no desempenho de suas funções, o controlador de tráfego aéreo ainda tem que perceber, compreender e antecipar inúmeras características e situações do tráfego enquanto novas aeronaves criam novas situações para se avaliarem.

Niessen (2001) também apresenta em seu trabalho, algumas das vulnerabilidades na formação do modelo mental do controlador de tráfego aéreo no desempenho de suas funções, alegando que, operadores de sistemas complexos,

como é o caso do controle de tráfego aéreo, recebem grande impacto em suas ações de qualquer tipo de alteração de seu meio de trabalho. Niessen explicita que inúmeras variáveis poderão afetar a cognição do controlador de tráfego aéreo, influenciando diretamente em sua consciência situacional. Endsley (1995) define como consciência situacional em controle de tráfego aéreo como sendo a percepção dos elementos de uma determinada situação juntamente com a disponibilidade de tempo e espaço, a compreensão de seu significado e a projeção de sua condição num futuro próximo, ou seja, o planejamento do tráfego em uma situação futura. Sendo assim, o controlador de tráfego aéreo deve ter a consciência das consequências de suas instruções em situações de tráfego futuras. Caso o controlador de tráfego aéreo perca qualquer informação importante, por qualquer motivo, terá implicação na ocorrência de erros.

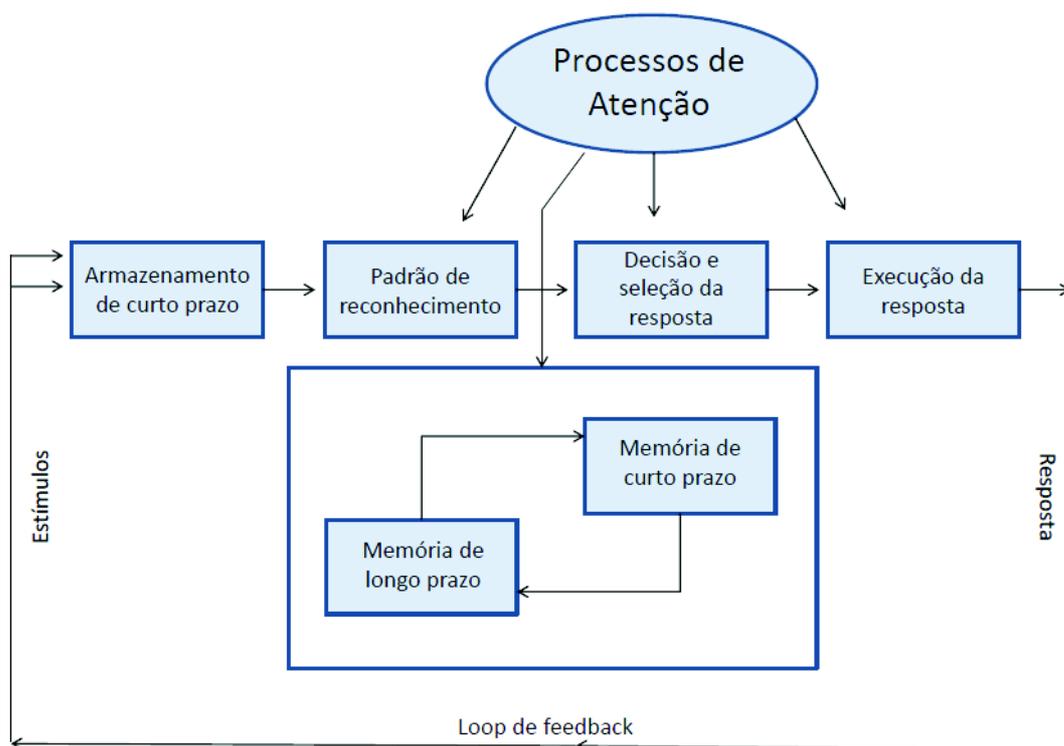


FIGURA 1 - Modelo de processamento da Informação
 Fonte: Wiegmann e Shappel (2003) adaptado pelo autor

Whitfield e Jackson (1982) introduziram a perspectiva do modelo mental dos controladores de tráfego aéreo, cuja composição dispõe de informações estáticas (a

área de trabalho, os auxílios à navegação disponíveis, etc.) e de informações dinâmicas, que são aquelas provenientes das aeronaves em constante evolução no espaço aéreo.

Niessen (2001) alega que, na mesma linha de raciocínio, a consciência situacional do controlador de tráfego aéreo caracteriza-se pela junção de atividades subjetivas desempenhadas pelo operador em determinada situação.

Wiegmann (2003) explica que os estímulos provenientes do meio no qual o operador está inserido é convertido em impulsos neurais e armazenados em uma “memória de curto prazo” (*short term memory*). Num momento posterior, esse dado é comparado com padrões prévios armazenados na “memória de longo prazo” (*long term memory*) para que o operador consiga gerar uma representação mental do estado atual da situação a qual está sendo exposto. A partir dessa associação, o operador estará apto a decidir se a informação recebida demanda alguma necessidade de atenção ou pode ser simplesmente ignorada. Nos casos em que o operador encontra-se frente a situações que requerem ações imediatas, o operador passa a necessitar de ajustes até que a situação seja resolvida.

Utilizando o mesmo princípio anterior, Wickens e Flach (1988) propuseram o modelo de tomada de decisão exposto na Figura 2. Nesse modelo, um indivíduo vai experimentar uma variedade de pistas em seu ambiente para avaliar uma determinada situação. Essas pistas são então comparadas, com a base de conhecimento contido na memória de longo prazo, para que um diagnóstico preciso da situação possa ocorrer. Então, uma vez que o problema fora identificado, as escolhas têm de ser feitas a respeito de qual ação, ou ações devem ser tomadas. Esse processo exige uma avaliação das eventuais ações e utiliza um critério de avaliação de riscos para assegurar que uma resposta adequada seja empregada. Além disso, a qualquer momento do processo decisório, o indivíduo pode buscar informações adicionais para melhorar sua avaliação ou melhorar sua resposta, tal busca se pautará nas linhas de percepção e atenção do mesmo.

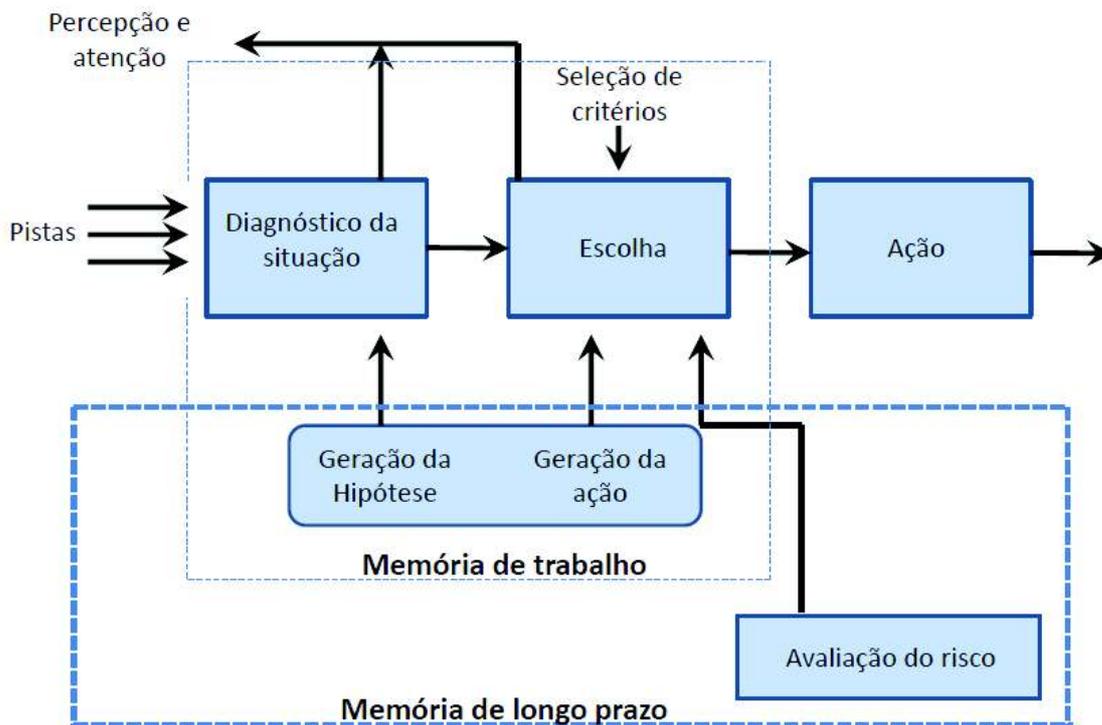


FIGURA 2 – Seleção de ações
 Fonte: Wickens and Flach (1988) adaptado pelo autor

Infelizmente, o modelo apresentado também demonstra as inúmeras possibilidades de erros que podem ocorrer durante o processo decisório. Por exemplo, alguma importante informação poderá passar despercebida ou ser mal-interpretada, comprometendo a correta análise e percepção do contexto ou ainda o operador ter o correto entendimento, mas eleger a maneira de solucionar o problema de forma equivocada, admitindo riscos que podem levar a erros. Tal situação ainda poderá ser maximizada numa possível dificuldade de comunicação entre controladores e pilotos devido a problemas advindos dos equipamentos-rádio.

Wiegmann (2003) defende que, na teoria, as falhas dos processos cognitivos devem ser continuamente analisadas para que sejam estabelecidos processos de identificação e desenvolvimento de estratégias de defesas contra suas ocorrências para que, efetivamente, intervenham e mitiguem seus riscos associados.

Dentro de qualquer sistema complexo, a performance desempenhada pelo

elemento homem está diretamente associada a suas interações com os demais fatores presentes no próprio sistema. Heinrich (1980) explicita tal relação ao destacar que a relação entre tais fatores tem tamanha força que gera um “nó” inseparável entre os indivíduos, suas ferramentas e máquinas e seus ambientes de trabalho de forma geral.

Edwards (1988) expõe essa relação em seu modelo SHEL, que descreve os fatores básicos componentes de um sistema. O acrônimo revela as iniciais de tais fatores sendo a letra S representativa da palavra *Software*, além de também representar todo o arcabouço legal de determinado sistema. A letra H representa a palavra *Hardware*, ou seja, todos os equipamentos e ferramentas físicas necessárias para o desempenho da função. A letra E (*enviroment*) indica o ambiente de trabalho e a letra L (*liveware*) as relações humanas necessárias no sistema.

Mesmo colocando essas relações como componentes essenciais de qualquer sistema complexo, Edwards reconhece que o modelo gera uma infinidade de relações dificilmente identificáveis para que haja uma efetiva prevenção de todas as possibilidades de erro.

Sendo assim, uma maneira efetivamente eficaz de se fortalecer a prevenção de erros repousa no desenvolvimento de um sistema de informação objetivo, em que a informação é difundida a todos os níveis da organização de maneira rápida e clara, minimizando qualquer oportunidade de diferentes interpretações. Tal sistema é defendido por Wiegmann e Shappel (2003).

2.2 Falha Ergonômica

Diferentemente das perspectivas anteriormente apresentadas sobre a motivação do erro operacional que enfatizam a habilidade de se processar as informações recebidas ou as interações efetuadas entre os diversos elos de um mesmo sistema, a perspectiva comportamental direciona sua análise na performance operacional, sendo a mesma guiada pela possibilidade de ganhos e a

busca de se evitar consequências indesejadas para o operador, conforme Skinner (1974).

Peterson (1971) propõe em seu modelo que a performance deriva da habilidade intrínseca de cada operador e de sua motivação que, por sua vez pode depender de inúmeros fatores. O processo de seleção pode facilitar a indicação de operadores com a habilidade necessária para o desempenho de determinada função, ainda que, sem o correto treinamento, sua performance poderá ser comprometida, o mesmo acontece com o fator motivacional, ou seja, independentemente de sua fonte, a motivação desempenha um importante papel no resultado operacional do indivíduo.

Wiegmann e Shappel (2003) citam o modelo apresentado por Peterson (Figura 3), alegando que este contribuiu muito para o melhor entendimento de fatores comportamentais e para a elevação da segurança operacional, mas apenas a habilidade do indivíduo e sua motivação não seriam as variáveis exclusivas para o correto entendimento de seu comportamento profissional.

Wiegmann e Shappel (2003) defendem que, no caso de se faltar motivação para se proceder de forma segura sob a ótica da segurança operacional, ou ainda, se o ganho em se proceder de maneira segura não seja “interessante” para o operador, este simplesmente não seguirá o que preconiza os procedimentos afetos, o que poderá contribuir para a ocorrência de um incidente e/ou acidente. Os autores ainda exemplificam o próprio sistema de aviação, onde a segurança operacional tende a se manter em níveis extremamente elevados, onde, mesmo assim, há situações que facilitam atos que atentem contra a essa segurança ou que punem aqueles que defendem a manutenção da segurança em detrimento a outros fatores organizacionais mais “importantes”. Como resultado, recentemente, as organizações têm investido em programas de segurança que enfocam justamente os fatores comportamentais dos operadores, buscando valorizar a manutenção de processos que assegurem que as regras sejam cumpridas, recompensando os que mantêm seus procedimentos operacionais corretos.

Desnecessário a afirmativa de que a manutenção de procedimentos afetos a segurança operacional têm apenas benefícios, no entanto, conforme Wiegmann e Shappel (2003) profissionais envolvidos em segurança da aviação nunca abraçaram totalmente a perspectiva comportamental. Ainda hoje, muitos questionam sua efetiva aplicabilidade. Fuller (1997) observou que talvez não se questione tanto sobre a motivação dos operadores em se tratando de segurança na aviação, pela própria consequência dos atos de seus operadores, que envolvem, muitas vezes, centenas de vidas humanas. Ainda assim, há atos inseguros que são, obviamente, ligados a fatores motivacionais. Sendo assim, profissionais e pesquisadores de fatores humanos, como Reason (1990) começaram a distinguir atos inseguros de motivação orientada, violações, de erros, de natureza cognitiva. Tal distinção é fato importante no desenvolvimento de processos que buscam otimizar a segurança operacional que qualquer setor de qualquer sistema.

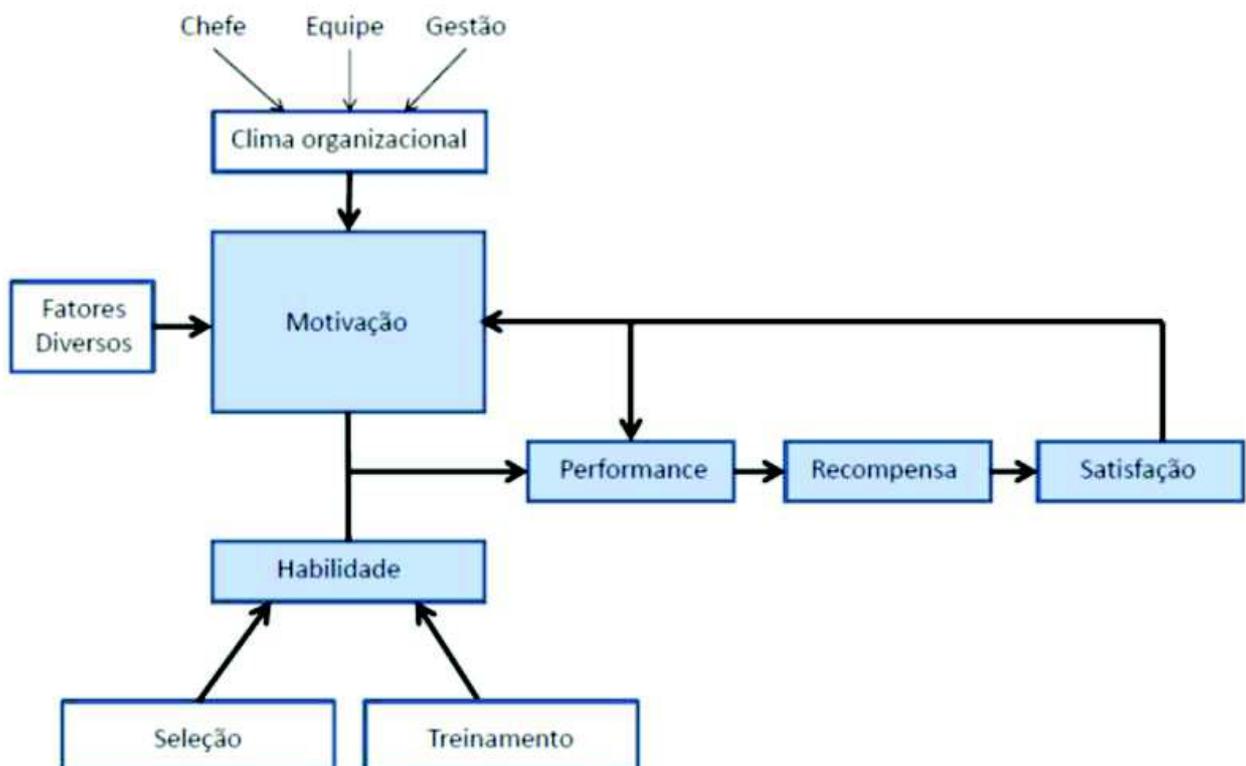


FIGURA 3 – Fatores afetos a motivação

Fonte: Wiegmann e Shappel (2003) adaptado pelo autor

2.3 Perspectiva Psicossocial do Erro

Conforme Kayten (1993), antes da década de 90 os modelos psicossociais foram ignorados pelos estudiosos da indústria da aviação. Então, durante essa década, psicólogos e investigadores de acidentes aeronáuticos começaram a estudar os aspectos interpessoais durante as operações, analisando o desempenho humano e seus possíveis erros cometidos. Lautman e Gallimore (1987) realizaram um estudo, analisando toda a indústria da aviação e constataram que 70 por cento de todos os acidentes resultaram de problemas encontrados na coordenação da tripulação ou na comunicação entre outras partes.

Desde então, as relações interpessoais tem sido objeto de estudos por psicólogos e engenheiros para se explorar um universo além das questões tradicionais dos projetos homem-máquina, abordando as complexas questões dos direitos humanos nas relações interpessoais. Mesmo os estudiosos que promovem a abordagem cognitiva dos erros, passaram a considerar o possível impacto dos fatores sociais nos processos de tomada de decisão. (ORASANU, 1993)

Como resultado de tais estudos foram, e estão sendo, desenvolvidas ferramentas para se minimizar a contribuição dos problemas inerentes à comunicação e à coordenação de equipes tais como o CRM (*Cockpit Resource Management*) para pilotos e o TRM (*Team Resource Management*), derivado do CRM. Tais ferramentas envolvem a educação e treinamento de tripulações e equipes com o uso de técnicas que permitem aos indivíduos se comunicarem de maneira mais clara, dividindo responsabilidades em situações de alta carga de trabalho buscando a efetiva resolução de conflitos.

As teorias anteriores, como a de Handon et al. (1964) defendiam posições radicais sobre a personalidade dos operadores, alegando que determinadas pessoas teriam predisposição em cometer erros e causar acidentes.

A FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION - FAA (ESTADOS UNIDOS, 1997) define o CRM como sendo o uso efetivo de todos os recursos, incluindo operadores, equipamentos e informações, buscando a otimização de qualquer operação,

tornando-a cada vez mais segura. Tal definição também pode ser aplicada ao TRM.

Wiegmann e Shappel (1999) alegam que outro objetivo dessas ferramentas (CRM / TRM) repousa na necessidade de se modificar atitudes no tocante a diferenças de autoridades dentro das equipes, onde outros pontos de vista devem ser levados em consideração e não exclusivamente o do comandante ou chefe de equipe.

2.4 Erro Organizacional

Abordagens organizacionais tem sido utilizadas em várias indústrias há anos na tentativa de compreensão do erro humano, porém, tal abordagem ingressou no portfólio da aviação apenas no final da década de 90. Tal fato pode se justificar pela grande ênfase dispensada às aeronaves e aos seus pilotos nos primeiros anos da aviação. Então os profissionais de segurança da aviação passaram a analisar mais profundamente e encontraram o importante papel da organização na gestão do erro humano no processo de causalidade dos incidentes e acidentes aéreos. Como a organização se coloca nas decisões falíveis de gerentes, supervisores, e outros funcionários, diferencia estas perspectivas das outras.

Bird (1974) defende em sua chamada “Teoria dos Dominós” (figura 4) que o acidente torna-se o resultado natural de uma série de eventos ou circunstâncias que ocorrem em uma ordem fixa e lógica.

Bird descreve a natureza em cascata do erro humano, iniciando na inabilidade da organização de controlar suas perdas, exatamente com a dificuldade de se gerenciar o erro alheio.

Normalmente, todos os gestores estão incumbidos de estabelecer padrões de operação, medir o desempenho e implementar as correções que se façam necessárias para se garantir um produto ou serviço com a melhor qualidade possível. Caso tais processos não tenham o êxito desejado, as falhas / erros começam a aparecer. Tais falhas podem ter motivação diversa, como falha no treinamento de pessoal, conhecimento ou habilidade insuficiente para lidar com

determinada situação mais crítica, problemas físicos diversos, além de também poderem ser pautadas diretamente relacionada a execução de determinada tarefa, tais como: normas inadequadas, uso anormal de equipamentos, entre outras. Essas falhas ou causas imediatas, como se refere Bird, têm sido, historicamente, o foco dos diversos programas de segurança implementados pelas empresas.

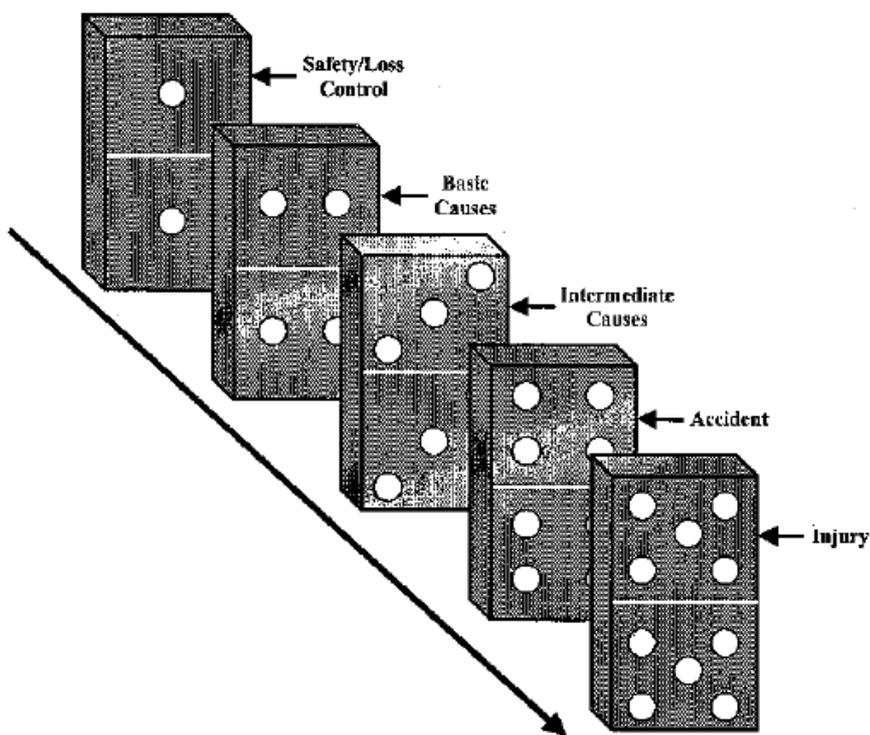


FIGURA 4 – Teoria dos Dominós
Fonte: Reason (1990)

Bird define como causas imediatas os atos inseguros cometidos por operadores e/ou empregados, como o uso não autorizado de determinado equipamento, uso indevido dos dispositivos de segurança, etc. Em última análise, essas causas imediatas levam a ocorrência de acidentes ou incidentes.

Adams (1976) expandiu a teoria de Bird, incluindo elementos da estrutura de gestão, erros operacionais e erros táticos (tabela). Tal “reconstrução” permitiu o endereçamento das contribuições relativas aos empregados, supervisores e gerenciadores para a efetiva ocorrência do incidente ou acidente. Na realidade Adams traduziu as idéias originais de Bird para a operacionalidade das indústrias.

Ainda antes de Adams e Bird, Weaver (1971) já difundia importante ponto de vista sobre a ocorrência de erros operacionais, examinando, não apenas as efetivas “causas” dos acidentes, mas também questionando os motivos que levaram ao operador a atuar de maneira insegura, bem como se os responsáveis pela fiscalização de tais procedimentos tinham conhecimento de segurança para que o acidente fosse evitado. Enfim, o corpo gerencial teria o efetivo conhecimento das leis, códigos e padrões associados para a realização de tal tarefa de maneira completamente segura?

Caso afirmativo, teria então havido confusão por partes dos trabalhadores quanto aos objetivos? Será que estes objetivos estavam realmente claros para os operadores?

Tais perguntas, conforme Weaver, seriam profundas o suficiente para ocasionar uma investigação sobre as motivações subjacentes dos erros operacionais, fundamentadas nos processos de gestão.

Em 1994, Degani e Weiner propuseram outra interessante teoria sobre a efetiva manutenção da segurança operacional nas operações aéreas. Resumindo, sua teoria dos quatro “P’s”, integradas pelas palavras em língua inglesa, *management philosophy*, *policies*, *procedures* e *practices* (grifo nosso) que indicavam, respectivamente, uma ampla visão de como a organização conduzia o negócio (*business*), como as operações deveriam ser realizadas, especificações de como determinadas ações deveria ser executadas e como as tripulações agiam realmente durante as operações. De acordo com Degani e Weiner, todos esses fatores deveriam estar harmonizados para a presença da segurança operacional. Sendo assim, qualquer ambiguidade presente ou conflitos entre tais fatores poderiam representar o início da cadeia de eventos para um acidente.

Wiegmann e Shappell (2004) pontuam que essas teorias organizacionais tradicionais, como a Teoria dos Dominós e dos quatro “P’s”, impulsionaram a aviação para um elevado nível de comprometimento com a segurança operacional e adicionam que essas teorias organizacionais contribuíram para que houvesse uma

diferenciação de foco entre os métodos de controle de qualidade, produtividade e redução de custos e os métodos de prevenção de erros e acidentes nessa indústria. Afirmam ainda que, como consequência, os princípios e métodos desenvolvidos e estudados por um grande número de psicólogos trouxeram ganhos aos hábitos dos trabalhadores e processos da indústria da aviação, tais como: seleção, treinamento, incentivos e concepção organizacional. Tal contribuição também fora efetiva na redução de erro humano na aviação.

3 CONCLUSÃO

A exposição das diversas características às quais possam ser atribuídas à ocorrência do erro humano no controle de tráfego aéreo ou até mesmo na indústria da aviação como um todo, demonstra as inúmeras possibilidades de aplicação de ferramentas para que haja o impedimento do acontecimento indesejado. Embora cada perspectiva apresentada do erro humano tenha sua força, cada uma também tem suas fraquezas inerentes, onde os gestores devem atuar para enfraquecê-las ainda mais, através de supervisão constante, tanto da supervisão operacional em si como também dos fatores organizacionais correlatos, como treinamento, clima organizacional e controle dos riscos associados à operação.

REFERÊNCIAS

ADAMS, E. Accident causation and the management system. **Professional Safety**, 1976.

ALBUQUERQUE FILHO, M. J. C. **ABC do Voo Seguro**. 2. ed. São Paulo: ASA, 1991.

BIRD, F. **Management guide to loss control**. Atlanta: Institute Press, 1974.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **Acidentes Aeronáuticos na Aviação Civil Brasileira**. Disponível em: <http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/paginas/estatisticas/aviacao_civil.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2011.

CUSTOS, riscos e segurança de voo 1. **Revista SIPAER**, n. 39, 1997a

CUSTOS, riscos e segurança de voo 2. **Revista SIPAER**, n. 40, 1997b

DEGANI, A.; WIENER, E. L. Philosophy, policies, procedures, and practice: the four "P's" of flight deck operations. In: JOHNSTON, N.; MCDONALD, N.; FULLER, R. **Aviation psychology in practice**. Aldershot: Ashgate, 1994.

EDWARDS, E. **Introductory overview**. Human factors in aviation. San Diego, CA. Academic Press, 1988

ENDSLEY, M. R. **Toward a theory of situation awareness in dynamic systems**. Human Factors 37. Elsevier, 1995.

ESTADOS UNIDOS. Federal Aviation Administration. **Crew resource management training** (Report Number AC 120-51B). Washington DC: FAA, 1997.

FULLER, R. Behaviour analysis and aviation safety. In: JOHNSTON, N.; MCDONALD, N.; FULLER, R. **Aviation psychology in practice**. Aldershot: Ashgate, 1997.

HADDON, W. et. al. **Accident research: methods and approaches**. New York: Harper and Row, 1964.

HEINRICH, H. W.; PETERSEN, D.; ROOS, N. **Industrial accident prevention: a safety management approach**. New York: McGraw-Hill, 1980.

INFRAERO. Movimento Operacional Acumulado da Rede INFRAERO. Disponível em: <<http://www.infraero.gov.br/index.php/br/estatistica-dos-aeroportos.html>>. Acesso em: 10 mar. 2011.

KAYTEN, P. J. **The accident investigator's perspective: cockpit resource management**. San Diego, CA: Academic Press, 1993.

LAUTMAN, L.; GALLIMORE, P. **Control of the crew caused accident: Results of a 12-operator survey**. Seattle: Boeing, 1987.

NIESSEN, C.; EYFETH, K. A model of the air traffic controller's picture. **Safety Science**, n. 37, 2001.

ORASANU, J. M. **Decision-making in the cockpit: cockpit resource management**. San Diego, CA: Academic Press, 1993.

PETERSON, D. **Techniques of safety management**. New York: McGraw-Hill, 1971.

RASMUSSEN, J. Human errors: a taxonomy for describing human malfunction in industrial installations. **Journal of Occupational Accidents**, n. 4, 1982.

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

SHORROCK, S. T. Errors of memory in air traffic control. **Safety Science**, n. 43, 2005.

SKINNER, B. F. **About behaviorism**. New York: Vintage Books, 1974.

WEAVER, D. Symptoms of operational error. **Professional Safety**, 1971.

WHITFIELD, D.; JACKSON, A. The air traffic controller's Picture as an example of mental Model. In: IFAC CONFERENCE ON ANALYSIS, DESIGN AND EVALUATION OF MAN-MACHINE SYSTEMS. **Proceedings...** London, 1982.

WICKENS, C. D.; FLACH, J. M. **Information processing**. Human factors in aviation. San Diego, CA. Academic Press, 1988.

WIEGMANN, D. A.; SHAPPELL, S. A. Human error and crew resource management failures in Naval aviation mishaps: a review of U.S. Naval safety center data. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, 1999.

WIEGMANN, D. A.; RICH, A.; SHAPPELL, S. A. **Human error and accident causation theories, frameworks and analytical techniques**. Savoy, IL: University of Illinois, 2000.

WIEGMANN, D. A.; SHAPPELL, S. A. **A Human Error Approach to Aviation Accident Analysis**: the human factors analysis and classification system. Aldershot: Ashgate, 2003.

THE ERROR IN AIR TRAFFIC CONTROL: A SCIENTIFIC APPROACH

ABSTRACT: The objective of this paper is to describe the errors which the air traffic controllers are exposed to when on duty. The main reason for this account is to search the appropriate management tools to minimize or even inhibit these errors. This paper consists of a scientific review of some previous research on the subject, pointing at the most common errors detected in air traffic control.

KEYWORDS: Air traffic control. Human error. Safety

ANÁLISE DOS PARÂMETROS ATUAIS DE CLASSIFICAÇÃO DE UAV PARA APLICAÇÃO CIVIL

Carla Tognoli Contreras ¹
Carla Idalice Laurentino Ronconi ²
Diego Víctor Rodriguez ³
Adriano Carlos Canolla ⁴
Edmundo Heuser ⁵

Artigo submetido em: 16/06/2011

Aceito para publicação em: 23/08/2011

RESUMO: Ainda que o UAV (*Unmanned Aerial Vehicle* - ou VANT, Veículo Aéreo Não Tripulado, da tradução para o português) seja uma realidade na sociedade civil, persistem barreiras que impedem sua efetiva operação. Tendo em vista que a certificação destas aeronaves, bem como sua operação, carece de uma regulamentação harmonizada em nível mundial, cada país estabelece os seus próprios critérios para avaliar os riscos dessa operação em seu território, o que se apresenta como uma tarefa difícil por se tratar de uma tecnologia ainda em amadurecimento. Existem várias classificações para UAV; porém, percebe-se algum tipo de lacuna com relação a esta taxonomia, visto que estão particularizadas nas respectivas agências reguladoras, universidades ou outra organização de cada país. Essa dificuldade também é um dos principais motivos pelo qual ainda não foi possível elaborar uma regulamentação apropriada e conseqüentemente concluir os processos de certificação destas aeronaves. Este artigo apresenta um resumo das principais classificações de UAV existentes atualmente e sugere novos parâmetros que devem ser abordados dentro de uma análise de risco para sua operação no espaço aéreo compartilhado, bem como apresenta uma classificação mais abrangente para as aeronaves não tripuladas.

PALAVRAS-CHAVE: Certificação. Classificação de UAV. Risco. Segurança. UAV.

¹ Formada em Tecnologia de Processos de Produção Mecânica pela FATEC-SP e em Engenharia Aeronáutica pela UNIVAP. É Engenheira de Aeronavegabilidade na Embraer. Atualmente pós-graduanda no Instituto Tecnológico de Aeronáutica-ITA no Curso de Especialização em Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade Continuada, PE-Safety. cont_carla@hotmail.com

² Formada em Engenharia de Produção Mecânica pela UNESP. Atualmente pós-graduanda no ITA no Curso de Especialização em Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade Continuada, PE-Safety. É Gerente de Vendas de Aeronaves na Líder Aviação. carlaidalice@yahoo.com.br

³ Formado em Aviação Civil pela Universidade Anhembí Morumbi. Piloto de Linha Aérea. Atualmente é co-piloto no equipamento Boeing 737 NG da Gol Linhas Aéreas e pós-graduando no Instituto Tecnológico de Aeronáutica-ITA no Curso de Especialização em Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade Continuada, PE-Safety. dvrodriguez@bol.com.br

⁴ Engenheiro Mecânico/Ênfase em Aeronaves pela USP. Especialista em Regulação de Aviação Civil na ANAC. Pós – graduando do Curso de Especialização em Segurança de Vôo e Aeronavegabilidade Continuada no ITA. adrianocanolla@yahoo.com.br

⁵ Formado em Direito pela UNIB. Advogado inscrito nos quadros da OAB. Piloto de Linha Aérea, exercendo a função de comandante no equipamento ERJ-145 na Passaredo Linhas Aéreas. Pós – graduando do Curso de Especialização em Segurança de Vôo e Aeronavegabilidade Continuada, do ITA. edheuser@hotmail.com

1 INTRODUÇÃO

Empresas de diversos países têm desenvolvido tecnologias gradativamente mais sofisticadas que contemplam uma solução integrada: aeronave não tripulada mais os sistemas que permitem seu controle e comunicação por e com uma estação em terra. Este conceito do conjunto aeronave e sistemas é denominado UAS (*Unmanned Aircraft System*) e substitui o termo UAV usado pelo FAA (*Federal Aviation Administration*) e EASA (*European Aviation Safety Agency*). (ESTADOS UNIDOS, 2008) No Brasil, o termo VANT também tem variações, como SANT (Sistema Aéreo Não Tripulado) ou SISVANT (Sistema Aéreo Não Tripulado).

Ao longo da última década, o interesse por aplicações civis e públicas do UAV tem crescido solidamente. Os dados demonstrados na Figura 1 confirmam esta informação, pois nota-se que desde 2005 há um comprovado crescimento dos projetos de UAV nas áreas civil, militar, com duplo propósito, ensaio e desenvolvimento. Este seria um dos motivos pelos quais os *Stakeholders* (pessoas ou grupo de pessoas interessadas, genericamente denominadas por este termo) estão pedindo acesso ao espaço aéreo com regras similares àquelas da aviação tripulada. Por outro lado, as soluções em segurança não evoluem tão rapidamente para uma integração do UAV no espaço aéreo. (DALAMAGKIDIS; VALAVANIS; PIEGL, 2009)

Cada vez mais os UAV têm demonstrado potencialidade para diversas aplicações militares, civis e públicas. Infelizmente, como na aplicação militar, este potencial ainda não é explorado e utilizado ao máximo pelas demais áreas. Isto ocorre, principalmente, devido à falta de uma regulamentação que permita ao UAV voar no espaço aéreo compartilhado. (DALAMAGKIDIS; VALAVANIS; PIEGL, 2009)

A Europa e alguns países como, por exemplo, Estados Unidos, Canadá, Japão e Austrália têm estabelecido guias operacionais preliminares que permitem uma limitada operação das aeronaves não tripuladas em seus respectivos espaços aéreos. Por razões de segurança, o conhecimento dos voos de UAV é dado através de publicação de NOTAM (Notice to Airmen). (ESTADOS UNIDOS, 2008).

UAS Applications	2005	2006	2007	2008	2009	2010
	Qty	Qty	Qty	Qty	Qty	Qty
Civil/Commercial	55	47	61	115	150	171
Military	397	413	491	578	683	631
Dual Purpose	44	77	117	242	260	283
Research UAS	35	31	46	54	66	66
Developmental UAS	219	217	269	293	329	301

FIGURA 1 - Comparação Anual do Crescimento de Projetos de UAV

Fonte: UVS INTERNATIONAL, 2010

Austrália, Canadá, Finlândia, Itália, Malásia, Suíça, Inglaterra e Estados Unidos estão atualmente implementando procedimentos para permitir autorização especial de operação para os UAV. (ICAO, 2006).

2 DESENVOLVIMENTO

Desde 2005, as Autoridades de Aviação Civil têm trabalhado em parceria com *stakeholders*, universidades, indústrias e organizações internacionais preparando uma política de aeronavegabilidade e normas de projeto para aeronaves não-tripuladas. Ainda em 2005, a ICAO (*International Civil Aviation Organization*) percebe que, independentemente do seu apoio e/ou atuação, os países interessados em utilizar o UAV, desenvolveriam orientações ou procedimentos provisórios para viabilizar a operação, enquanto não houvesse um pronunciamento oficial para direcionar as atividades. (DALAMAGKIDIS; VALAVANIS; PIEGL, 2009)

Em virtude disto, em abril de 2008, em Montreal no Canadá, há a primeira reunião do grupo de estudo, formado em 2007 pela ICAO, com a função de decidir qual o foco e objetivo do próprio grupo, eleger oficiais, rever outras ações regulatórias e acordar sobre um programa de trabalho. (ICAO, 2008)

Mesmo com os esforços dedicados desde então, uma das lacunas atualmente presentes no universo de UAV é a questão de não haver um consenso mundial sobre quais características devem ser levadas em consideração para a classificação destas aeronaves em categorias, para que possam ser reguladas e terem uma operação segura.

O fato de não haver uma tripulação embarcada no UAV permite aos projetistas ou *designers* criar diferentes estruturas e configurações, bem como utilizar diferentes materiais para construção destas aeronaves. Esta grande diversificação visa, principalmente, atender missões específicas, sejam estas militares (vigilância, ataque, transporte de suprimentos etc) ou civis (em missões de monitoramento de áreas agrícolas, redes elétricas, vigilância de trânsito etc). Este fato influencia diretamente na classificação destas aeronaves.

Este artigo faz a compilação de algumas informações sobre os trabalhos que estão em andamento ao redor do mundo, na direção da padronização de uma classificação, produzidos por órgãos governamentais ou universidades dedicadas ao assunto.

Observa-se, na Tabela 1, que o CAA (*Civil Aviation Authority*), da Inglaterra, classifica UAV de acordo com a sua **massa** e os compara aos UAV usados para fins militares.

TABELA 1 - Classificação de UAV

Weight Classification Group	Civil Category	Mass (Kg)	Broad Military Equivalent	Civil Regulation
1	Small Unmanned Aircraft	20 or less	Micro (< 5Kg)	National
			Mini (< 30Kg)	
2	Light UAV	More than 20 to 150		
			Tactical	
3	UAV	More than 150		EASA (State Aircraft are National)
				MALE
				HALE

Fonte: CAA, 2010.

Nos Estados Unidos, não é o FAA que está efetivamente trabalhando para estabelecer uma classificação para o UAV. A agência contatou o RTCA (*Radio Technical Commission for Aeronautics*) e o grupo F38 da ASTM (*American Society for*

Testing and Materials) para assisti-los nos assuntos técnicos referentes ao UAV. O FAA também conta com os estudos do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), entidade mundialmente conhecida na área aeronáutica, que tem se dedicado ao estudo das aeronaves não tripuladas. (DALAMAGKIDIS; VALAVANIS; PIEGL, 2009)

De acordo com Weibel e Hansman (2004), do MIT, o termo UAV pode ser aplicado a um amplo intervalo de tipos de veículos, configurações e tamanhos. Este amplo espectro está ilustrado na Figura 2, onde vários UAV, até 2004, estão representados, numa escala logarítmica de **massa**. Para o propósito desta análise, as classes de UAV estão definidas, e primariamente diferenciadas, em micro, mini, tático, altitude média e alta altitude ouUCAV (*Unmanned Combat Air Vehicle*) (WEIBEL; HANSMAN, 2004).

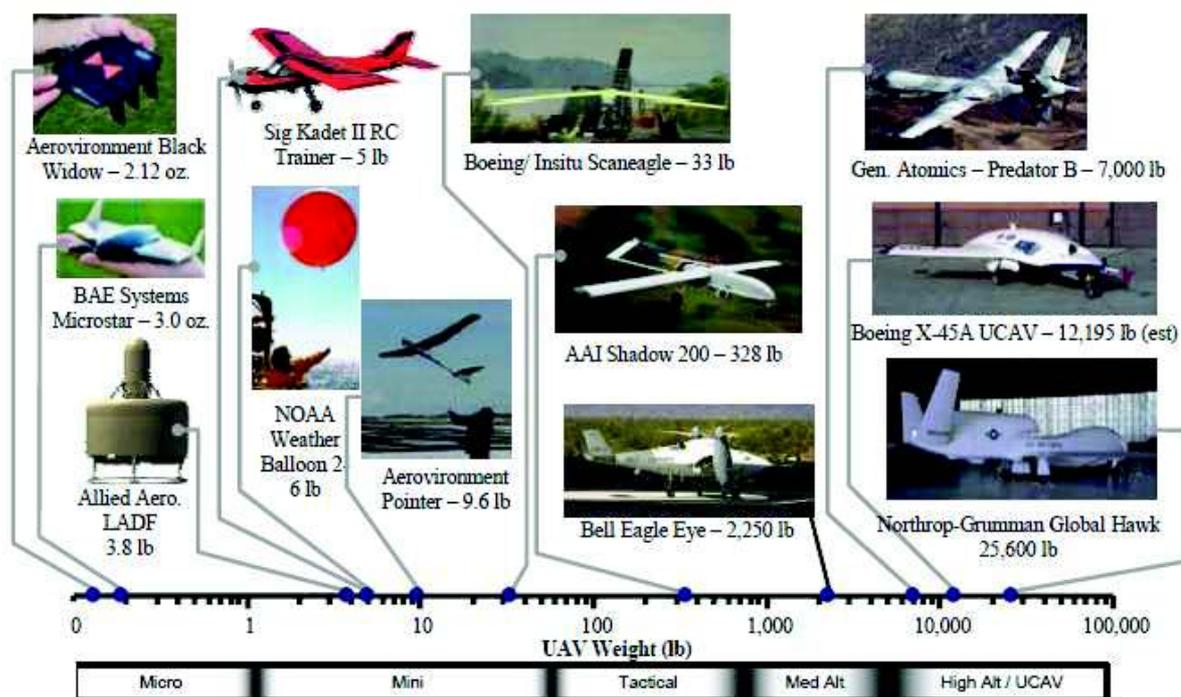


FIGURA 2 – Espectro dos UAV até 2004

Fonte: WEIBEL; HANSMAN, 2004

Conforme o Dr. Wong (2006), da Universidade de Sidney, na Austrália, a Tabela 2 mostra uma classificação amplamente aceita para UAV. Nota-se que a categoria *Tier I* é também conhecida como UAV Tático, a *Tier II* como UAV Operacional, a *Tier II Plus* como UAV HAE (*High Altitude Endurance*) Estratégico e a *Tier III Minus* como UAV Estratégico LO (*Low –Observable*) HAE.

TABELA 2 - UAV: Tier Classificação e Características

Category	Designation	Max Alt	Radius	Speed	Endurance	Example
Tier I	Interim-Medium Altitude, Endurance	Up to 15,000 ft	Up to 250km	60-100 kts	5 - 24 hrs	Pioneer; Searcher
Tier II	Medium Altitude, Endurance	3,000 ft to 25,000 ft	900 km	70 kts cruise	More than 24 hrs	Predator (Used in Bosnia)
Tier II Plus	High Altitude, Endurance	65,000 ft max	Up to 5,000 km	350 kts cruise	Up to 42 hrs	Global Hawk (expected to fly Dec 96)
Tier III Minus	Low Observable - High Altitude, Endurance	45,000 ft to 65,000 ft	800 km	300 kts cruise	Up to 12 hrs	Darkstar (enters service 1999)

Fonte: WONG, 2006

A CASA (*Civil Aviation Safety Authority*), agência reguladora da Austrália, no seu *Civil Aviation Safety Regulation (CASR)*, PART 101, subpart F, requisito 101.240 de 2000, classifica o UAV em apenas *large*, *small* e *micro*, conforme a Tabela 3. (CASA, 2000).

TABELA 3 - Classificação de UAV conforme CASR - PART-101 - Significado das categorias

<i>Large UAV</i>	um dirigível não tripulado com capacidade de envelope maior do que 170 m ³
	um forte paraquedas com uma massa de lançamento maior do que 150kg
	uma aeronave não tripulada com massa de lançamento maior do que 150kg
	um helicóptero não tripulado com massa de lançamento maior do que 100kg
	um forte dispositivo elevador não tripulado com massa de lançamento maior do que 100kg
<i>Micro UAV</i>	uma aeronave não tripulada com peso bruto igual ou menor do que 100g
<i>Small UAV</i>	uma aeronave não tripulada que não é um <i>large UAV</i> nem um <i>micro UAV</i>
<i>UAV</i>	aeronave não tripulada que não seja um balão ou pipa

Fonte: CASA, 2000.

Conforme o IP (*Issues Paper*) de 2007 da *Civil Aviation Authority of New Zeland*, muitas referências foram feitas sobre os níveis de energia cinética como modo de classificar UAV ou, pelo menos, distinguir UAV de aeromodelos. (CIVIL AVIATION AUTHORITY OF NEW ZELAND).

A classificação de UAV, convenientemente baseada no **nível de energia cinética**, é mostrada na Figura 3, que apresenta a parcela de energia cinética para vários MCTOW (*Maximum Certified Take-Off Weight*) e velocidade das aeronaves (a velocidade é transformada para *knots* para facilitar a comparação) e identificada em 3 classes (1, 2 e 3). (CIVIL AVIATION AUTHORITY OF NEW ZELAND).

Class 1 UAV – maximum energy level 10,000 joules

Class 2 UAV – maximum energy 10,000 joules to 1,000,000 joules

Class 3 UAV – maximum energy level 1,000,000 and above

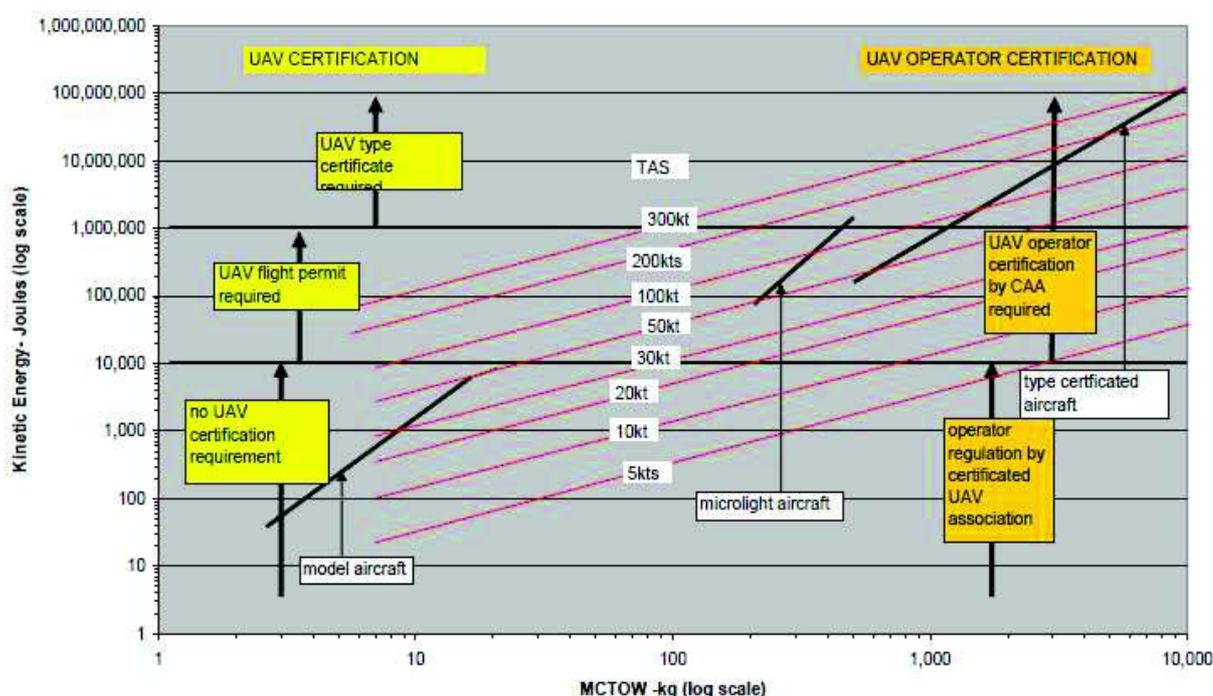


FIGURA 3 – Níveis típicos de energia cinética

Fonte: CIVIL AVIATION AUTHORITY OF NEW ZELAND

O TCCA (*Transport Canada Civil Aviation*) e o *UAV Working Group*, do Canadá, concluíram que, em termos gerais, a classificação de UAV deve ser baseada no **peso máximo de decolagem e no tipo de operação**. Sendo que, para o *Working Group*, há dois pesos máximos de decolagem que merecem consideração, 35 kg e 150 kg. (TCCA, 2007)

Em 2004, a *JAA/EUROCONTROL UAV Task Force* emitiu um relatório (EUROCONTROL; JAA, 2004) para regulamentação civil de UAV. Em 2005, a EASA publicou o *Advanced Notice for Proposed Amendment (A-NPA)* baseado neste

relatório, intitulado *Policy for Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Certification*. (EASA, 2005)

O escopo do A-NPA era limitar a aeronavegabilidade de UAV com MTOW (*Maximum Take-Off Weight*) acima de 150 kg. Outra classificação adotada, é o *Light UAV*, cuja definição é ter o MTOW abaixo de 150 kg. (DALAMAGKIDIS; VALAVANIS; PIEGL, 2009). Ou seja, na EASA, são consideradas apenas duas classificações: UAV com MTOW abaixo 150 kg (*Light UAV*) e com MTOW acima de 150 kg.

3 ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS ATUALMENTE CONSIDERADAS PARA CLASSIFICAÇÃO DE UAV

É reconhecido que há a necessidade de desenvolver um sistema de classificação de UAV. Todavia, o processo ainda não está completo, visto que o desenvolvimento de um grupo ainda está em andamento na Europa, por meio do EUROCAE *Working Group 73*, (CAA, 2010) e nos Estados Unidos, por meio da ASTM.

Ao determinar uma classificação apropriada ter-se-ia o primeiro passo para facilitar o desenvolvimento da regulamentação de UAV. (DALAMAGKIDIS; VALAVANIS; PIEGL, 2009) Porém, observa-se que não há uma convergência absoluta quanto à classificação que deve ser adotada para estas aeronaves.

A maioria das classificações converge para um ponto em comum: a **massa**. Isto se dá porque, tradicionalmente, os requisitos para aeronaves tripuladas são desenvolvidos a partir do peso e número de passageiros. Como no UAV não há passageiros, resta a massa como parâmetro a ser adotado. Com isso, adota-se o **MTOW** para tentar garantir uma operação razoavelmente segura. Adota-se, também, como critérios adicionais, a **altitude de voo**.

Atualmente, a autorização para a operação civil de UAV tem sido feita de forma particularizada e individual para cada requerente e, muitas vezes, são emitidos certificados para que as aeronaves não tripuladas operem como se fossem

uma aeronave de categoria experimental ou então de categoria restrita. Isto, de toda forma, não são as mesmas medidas adotadas para todos os países.

Contudo, é evidente que há um receio geral do sobrevoo destas aeronaves sobre áreas povoadas e, sendo assim, este tipo de operação, normalmente, não é permitida nestas condições.

Sendo elevado o nível de automação nas grandes aeronaves, atualmente, o fator de risco adicional no UAV é a retirada do elemento humano para modificar o voo, em tempo real quando necessário ou desejado. Assim sendo, torna-se necessário a constante comunicação com o UAV, seja por meio de voos com comandos preestabelecidos ou pilotados remotamente. A comunicação com a aeronave oscila frequentemente e sob certas circunstâncias chega-se a perder o sinal, situação em que é necessário entrar em ação o sistema de *fail safe* - operação ainda sem precedentes na aviação convencional acarretando, por exemplo, risco de um incidente grave ou acidente.

4 NÍVEIS DE SEGURANÇA NAS OPERAÇÕES E ANÁLISE DE RISCO

Mensurar o risco envolvido numa operação com UAV é fundamental para que essa tecnologia tenha uma aceitação comercial no plano da aplicação civil. Os riscos potenciais se associam aos danos causados a pessoas, propriedades e meio ambiente. (FURTADO ET AL., 2008)

Estudos têm evoluído para mensurar e regulamentar os riscos em operações com aeronaves não tripuladas, baseados nas já existentes regras e normas da aviação geral tripulada que, por sua vez, levou décadas para ter definidos os parâmetros conhecidos hoje. Porém, uma série de peculiaridades está associada com o UAV, e estas devem ser trabalhadas de forma diferente da aviação geral.

Alguns desses aspectos únicos do UAV, são sua tecnologia diferenciada, performance, operação, fator humano aplicado, aceitação da sociedade e sua integração com o sistema projetado no espaço aéreo atual. (CLOTHIER; WALKER, 2006).

Ainda segundo Clothier e Walker (2006) e o Departamento de Defesa Americano (ESTADOS UNIDOS, 2007), os riscos de acidentes relacionados a UAV são primariamente caracterizados em três planos: os acidentes envolvendo uma operação de mobilidade anormal ou não intencional, colisão aérea e *flight termination system*.

O primeiro caso trata-se, resumidamente, de um mau funcionamento da aeronave ainda em solo, e o dano proveniente pode ser um comportamento inesperado com comprometimento da aeronave ou de seus sistemas e também dano as pessoas e/ou tripulação exposta na área afetada. Em geral, estes acidentes não geram uma posterior investigação, visto que a causa e consequência podem ser tratadas com um gerenciamento melhor daquela operação. (DALAMAGKIDIS; VALAVANIS; PIEGL, 2009).

As colisões aéreas, com obstáculos ou aeronaves tripuladas, geram preocupação sobre a questão da integração dessa nova tecnologia com o espaço aéreo conhecido atualmente, visto que elas podem provocar danos a propriedades, perda das aeronaves envolvidas, perda de vidas humanas nas aeronaves tripuladas atingidas e risco das pessoas no solo que venham a ser atingidas pelos destroços de um acidente. Sendo assim, a falta de capacidade *sense and avoid* faz que estas aeronaves sejam obrigadas a voar em espaço aéreo segregado. O desenvolvimento de um sistema *sense and avoid* confiável constitui elemento crítico para aceitação dos não tripulados em espaço aéreo compartilhado.

Um *flight termination system* também é visto como um procedimento de emergência para reduzir a energia de um impacto da aeronave no solo ou água não programado, por comportamento inesperado dos sistemas ou perda de comunicação com o UAV. Um exemplo de uso do sistema pode ser, em caso de falha no link de comunicação, um sistema que corte o suprimento de combustível aos motores, trave as superfícies de controle da aeronave e traga o UAV de volta ao solo numa trajetória descendente controlada através do acionamento de um paraquedas. A possibilidade de detonação de alguma parte específica do UAV com intuito de

diminuir sua massa ou energia na trajetória de retorno também pode ser considerada.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Considerando que as características de um UAV como tamanho e peso podem variar drasticamente dependendo de seu projeto e finalidade específica, e que as derivações de configuração variam mais do que se nota na aviação tripulada em geral, o ELOS (*Equivalent Level of Safety*) não deveria se basear tão somente nessas medidas. Ainda porque, somado a isso, deve-se levar em conta toda tecnologia de comunicação e controle embarcada, que também é passível de falha. (DALAMAGKIDIS; VALAVANIS; PIEGL, 2009).

UAS Categories	Acronym	Range (km)	Flight Altitude (m)	Endurance (hours)	MTOW (kg)	Currently Flying
Tactical						
Nano	η	< 1	100	< 1	< 0,025	yes
Micro	μ (Micro)	< 10	250	1	< 5	yes
Mini	Mini	< 10	150 ^b to 300 ^a	< 2	< 30 (150 ^b)	yes
Close Range	CR	10 to 30	3.000	2 to 4	150	yes
Short Range	SR	30 to 70	3.000	3 to 6	200	yes
Medium Range	MR	70 to 200	5.000	6 to 10	1.250	yes
Medium Range Endurance	MRE	> 500	8.000	10 to 18	1.250	yes
Low Altitude Deep Penetration	LADP	> 250	50 to 9.000	0,5 to 1	350	yes
Low Altitude Long Endurance	LALE	> 500	3.000	> 24	< 30	yes
Medium Altitude Long Endurance	MALE	> 500	14.000	24 to 48	1.500	yes
Strategic						
High Altitude Long Endurance	HALE	> 2000	20.000	24 to 48	(4.500 ^c)12.000	yes
Special Purpose						
Unmanned Combat Aerial Vehicle	UCAV	approx. 1500	10.000	approx. 2	10.000	yes
Lethal	LETH	300	4.000	3 to 4	250	yes
Decoy	DEC	0 to 500	5.000	< 4	250	yes
Stratospheric	STRATO	> 2000	>20.000 & <30.000	> 48	TBD	no
Exo-stratospheric	EXO	TBD	> 30.000	TBD	TBD	no
Space	SPACE	TBD	TBD	TBD	TBD	no

TBD = To Be Defined ^a = according to national legislation ^b = in Japan ^c = Predator B

FIGURA 4 – Categorização de UAS

Fonte: UVS INTERNATIONAL, 2010

Apesar de importantes para classificação de um UAV dentro de uma categoria, o peso e o tamanho da aeronave não são, sozinhos, os fatores determinantes para o nível de segurança e a probabilidade de ocorrência de falhas ou fatalidades. A altitude em que o voo será realizado, assim como a saída do UAV

do perímetro visual de seu operador ou estação de controle, também pode impactar no risco de colisões com outras aeronaves, tripuladas ou não.

O tipo de propulsão do UAV e a carga transportada também são parâmetros a serem avaliados de acordo com o risco associado a um acidente. Além do risco da operação e de perda ou dano da aeronave em si, há um risco ambiental no caso de uma explosão ou derramamento da carga, como em caso de operação em plantações com agrotóxicos. (DALAMAGKIDIS; VALAVANIS; PIEGL, 2009)

A Figura 4 corrobora para o que foi comentado neste artigo: as principais características levadas em consideração para classificação de UAV são limitadas, em geral ao MTOW.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Conforme apresentado, diversas classificações de UAV têm sido propostas por instituições de diferentes países, sendo que cada uma utiliza parâmetros particulares para dividir as aeronaves não tripuladas entre as categorias nomeadas. Das tabelas classificatórias existentes, o parâmetro comum mais utilizado é o peso da aeronave, e ainda em algumas o MTOW, velocidade e enérgica cinética de impacto.

Considerando os diferentes riscos envolvidos, analisando de uma forma mais abrangente as combinações das várias configurações de UAV e as operações que podem ser realizadas, ficam evidentes que outros parâmetros, que não somente os já utilizados nos estudos mostrados, devem ser relacionados e analisados em conjunto. Isto porque, uma aeronave não tripulada mais pesada e que voe a altas velocidades, pode não representar necessariamente, um risco maior do que um UAV de baixo peso e a baixa velocidade, mas voando sobre áreas altamente populosas, por exemplo.

Sendo assim, os parâmetros utilizados para classificar os tipos de UAV e suas operações não são suficientes para definir um padrão de segurança aceitável, visto que outras características de configuração e operação deveriam ser avaliadas

com mais profundidade e conjuntamente.

Sugere-se, então que, num estudo posterior, sejam avaliados aspectos como altitude, velocidade, classe do espaço aéreo, sistema de controle, frequência de comunicação, infraestrutura para lançamento e recuperação do equipamento tipo de combustível, carga paga e ruído.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a preciosa orientação e o valioso apoio dos nossos mestres Donizeti de Andrade, Marcelo Soares Leão, Carlos Bento, Wagner Cyrillo Jr e Denis Lima Balaguer na elaboração deste artigo e pelo incentivo a publicação.

REFERÊNCIAS

CIVIL AVIATION AUTHORITY (Reino Unido). **Unmanned aircraft system operations in UK airspace: guidance**. 2010.

CIVIL AVIATION AUTHORITY OF NEW ZELAND. **Issues Paper: Unmanned Aerial Vehicles**. 2007.

CIVIL AVIATION SAFETY AUTHORITY (Austrália). **CASR Part 101 subpart F**. 2000.

CLOTHIER, R.; WALKER, R. Determination and evaluation of UAV safety objectives. In: INTERNATIONAL UNMANNED AIR VEHICLE SYSTEMS CONFERENCE , 21., 2006.,Bristol. **Anais....** Bristol, 2006, p 18.1-18.16.

DALAMAGKIDIS, K.; VALAVANIS, K. P.; PIEGL, L. A. On integrating unmanned aircraft systems into the national airspace system: issues, challenges, operational restrictions, certification, and recommendations. **Springer Science + Business Media, B.V.** 2009.

ESTADOS UNIDOS. Department of Defense. **Unmanned system safety guide for DoD acquisition**. Disponível em: <http://www.ndia.org/Divisions/Divisions/Robotics/Documents/Content/ContentGroups/Divisions1/Robotics/UMS_SafetyPolicyVer096_Released.pdf>. Acesso em: 26 maio 2011.

EUROPEAN AVIATION SAFETY AGENCY. **Policy for Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Certification**. A-NPA, No. 16/2005. 2005.

ESTADOS UNIDOS. Federal Aviation Administration . **Unmanned aircraft systems operations in the US National Airspace System: Interim Operational Approval Guidance** 08-01.2008

FURTADO, V. H. et al. Aspectos de segurança na integração de veículos aéreos não tripulados (VANT) no espaço aéreo brasileiro. SINTAER, 7., p. 506-517 – TR 494. 2008.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **UAS Yearbook 2008/2009**. Montreal: ICAO, 2008

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **ICAO Exploratory Meeting on UAVs**. ICAO: Montreal, 2006

EUROCONTROL; JOINT AVIATION AUTHORITIES. **A concept for European Regulations for Civil Unmanned Aerial Vehicles (UAV)**: Final Report. 2004

TRANSPORT CANADA CIVIL AVIATION. **Working Group**. 2007. Disponível em: <<http://www.tc.gc.ca/eng/civilaviation/standards/general-recavi-uavworkinggroup-2266.htm#1>>. Acesso em: 26 maio 2011.

UVS INTERNATIONAL. **UAS: The Global Perspective - 2010-2011 UAS Yearbook**. 8th ed. jun 2010.

WEIBEL, R. E.; HANSMAN, R. I. **Safety Considerations for Operation of Different Classes of UAVs in the NAS**. Cambridge: MIT, 2004.

WONG, K. C. **Unmanned Aerial Vehicles (UAVs)**. Sydney: University of Sydney, 2006

ANALYSIS OF CURRENT PARAMETERS FOR UAV'S CLASSIFICATION FOR CIVIL APPLICATION

ABSTRACT: Though the UAVs (Unmanned Aerial Vehicles) are a reality for the civil society, there are a lot of barriers that delay their effective operation. Due to the fact that there is no worldwide harmonized regulation for both certification and operation of such aircraft, each state establishes its own criteria to evaluate the risk posed by the UAV's operation in its own territory. Such evaluation is a difficult task to perform since the technology is not mature enough. There are several UAV classifications, but all of them show deficiencies in this taxonomy, since these classifications are restricted to the respective regulatory agencies, universities or some other organization in each state. This is also one of the strong reasons why it is not possible to provide an appropriate regulation and, consequently, an aircraft certification. This article presents a summary of the main existing classifications worldwide, and suggests new parameters to be considered as part of a risk analysis for operations within a shared air space, besides establishing a more comprehensive classification for unmanned aircraft.

KEYWORDS: Certification. UAV Classification. Risk. Safety. UAV.

FATORES HUMANOS CONTRIBUENTES PARA OCORRÊNCIAS DE ACIDENTES NAS OPERAÇÕES OFFSHORE

André Luís Moraes da Silva ¹

Emerson Maciel Correa ²

Jônata Corrêa Vargas ³

Rodrigo Jorge Cherem ⁴

Oswaldo da Silva Junior ⁵

Rogério Possi Junior ⁶

Artigo submetido em: 26/06/2011

Aceito para publicação em: 23/08/2011

RESUMO: O aumento na cadeia produtiva da exploração de petróleo no litoral brasileiro, somado às recentes descobertas do Pré-sal, gera um aumento das operações *offshore* com helicópteros no transporte de pessoas e equipamentos. Esta nova demanda gera condições propícias para o aumento potencial no número de acidentes no transporte aéreo *offshore*. Dados estatísticos mundiais comprovam que, nos últimos anos, fatores humanos sempre estão relacionados aos acidentes aéreos neste tipo de aviação. Este artigo procura demonstrar esta relação e apresenta técnicas para mitigação de seu impacto na segurança de voo.

PALAVRAS-CHAVE: Fator humano. Helicópteros. Operações *OFFSHORE*

1. INTRODUÇÃO

Desde o início da exploração de petróleo na costa brasileira, no final da década de 60, a logística de transporte de pessoas e equipamentos é realizada com o apoio de helicópteros. Atualmente 85% da extração de petróleo são provenientes da Bacia de Campos, gerando movimentos anuais acima de 60.000 pousos e decolagens no aeroporto de Macaé, e deste total, 98% estão relacionados à atividade *offshore* (PETROBRAS, 2011; INFRAERO, 2011). A Figura 1 apresenta os principais campos de exploração na Bacia de Campos.

A produção de petróleo é, em sua maior parte, controlada pela Petrobras, empresa estatal criada em três de Outubro de 1953, e desde então, sofre pressões

¹ Aluno PE-Safety - Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA). andresilvaitu@terra.com.br

² Aluno PE-Safety - Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA). emerson.correa@eleb.net

³ Aluno PE-Safety - Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA). jcorrerbr@yahoo.com.br

⁴ Aluno PE-Safety - Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA). cherem_rj@yahoo.com.br

⁵ Aluno PE-Safety - Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA). osvaldo.silva@voeazul.com.br

⁶ Aluno PE-Safety - Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA). rogerio.possi@anac.gov.br

políticas e econômicas para o aumento de sua capacidade produtiva. Estes aspectos somados as novas descobertas na camada pré-sal, representam aumento potencial no tráfego de operações aéreas, tornando necessárias medidas de controle para garantir a segurança de voo das operações *offshore*, com destaque aos fatores humanos associados com a operação.

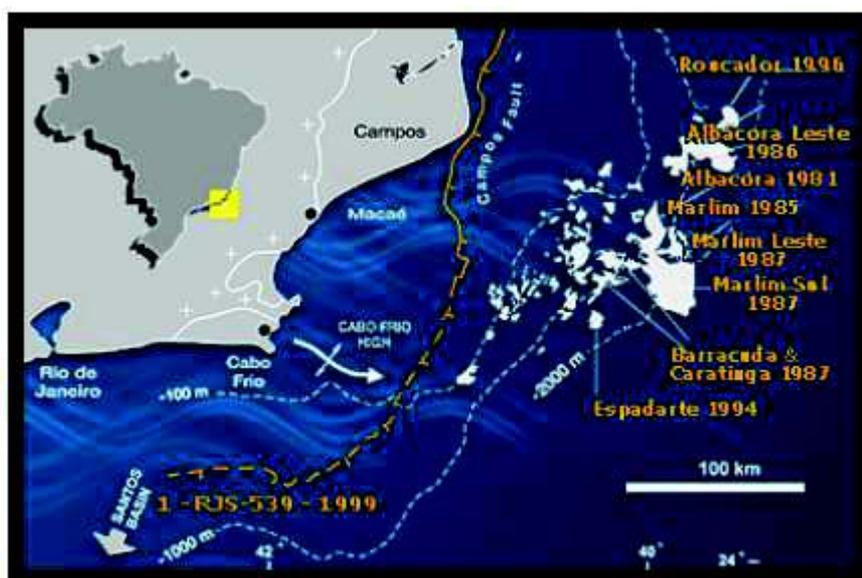


FIGURA 1 – Mapa da Bacia de Campos (PETROBRAS, 2011)

Este artigo tem como objetivo apresentar um panorama da contribuição de fatores humanos nos acidentes *offshore*, estabelecendo um paralelo da realidade nacional com dados mundiais, bem como, a técnicas para mitigar seus efeitos, em prol da segurança de voo.

2. FATORES HUMANOS NA SEGURANÇA DE VÔO

A segurança de voo evoluiu do modelo centrado em aspectos técnicos, para questões relacionadas à performance humana. Esta percepção teve início nos anos 70 quando a interpretação dos fatores humanos associados aos acidentes sofreu maior destaque. Desde então, esforços concentrados na compreensão do comportamento humano e sua interação entre automação de sistemas, *design* de

aeronaves e carga de trabalho, apresentam grandes investimentos direcionados à redução do erro humano (ICAO, 2009).

Fatores humanos estão relacionados aos diversos elementos do sistema da aviação, que incluem o comportamento humano, a tomada de decisão, o *layout* da cabine de voo, a comunicação e os aspectos de *software* e computadores, bem como a seleção de pessoal e treinamento. Cada um destes aspectos exige desempenho humano efetivo e hábil. Define-se fator humano como a ciência aplicada que estuda as pessoas trabalhando juntas, em harmonia com as máquinas (ICAO, 2009). No estudo de fatores humanos procura-se identificar aspectos que influenciam o desempenho individual e as variáveis que influenciam o desempenho coletivo da tripulação. Projetos ou treinamentos inadequados podem contribuir para o erro humano individual que, por sua vez, pode conduzir à degradação dos sistemas; bem como pode contribuir para erros do grupo (ICAO, 2009).

Estes esforços tendem a reduzir o erro humano – natural na essência da espécie – e aumentar o grau de interpretação da natureza do erro humano. Compreendendo suas principais consequências, podemos atuar na redução de acidentes.

3. PANORAMA MUNDIAL DE ACIDENTES E FATORES HUMANOS

Dados estatísticos do Reino Unido entre 1996 e 2007 (OIL AND GAS UK, 2007) revelam que o maior fator contribuinte, para acidentes aéreos da aviação *offshore*, relaciona-se com as falhas de equipamentos, componentes e sistemas, sendo fatores humanos o segundo maior fator contribuinte neste período.

A introdução de operação *dual pilot* no Mar do Norte e a implementação de técnicas de *Corporate Resource Management* (CRM) foram fatores importantes para a redução dos acidentes envolvendo fatores humanos entre os anos 1987 e 1996, conforme Tabela 1 (OIL AND GAS UK, 2007).

TABELA 1 - Breakdown of Causes of UK Offshore Helicopter Reportable Accidents 1977-2076

Primary Cause		1977 1986	1987 1996	1997 2006	1977 2007
People / Machine	Component / System - Failure	8	8	3	19
	Human Factors	10	1	0	11
	Loss of Control	1	0	0	1
	Defective Maintenance	1	1	0	2
External Influences	Weather	2	1	4	7
	Helideck Turbulence/Exhaust Plumes	1	1	0	2
	Excess Vessel Motions	1	1	1	3
	Other Causes	0	2	0	2
All Causes		24	15	8	47

Fonte: OIL AND GAS UK, 2007

Os incidentes na operação *offshore* no Mar do Norte, também apresentam fatores humanos associados. A Figura 2 apresenta a correlação com incidentes nos *helidecks* e fatores contribuintes entre 2008 e 2010. Neste período, 48% dos acidentes estavam relacionados com falhas técnicas, 41% relacionados a fatores humanos e 11% a fatores organizacionais (PETROLEUM SAFETY AUTHORITY, 2010).

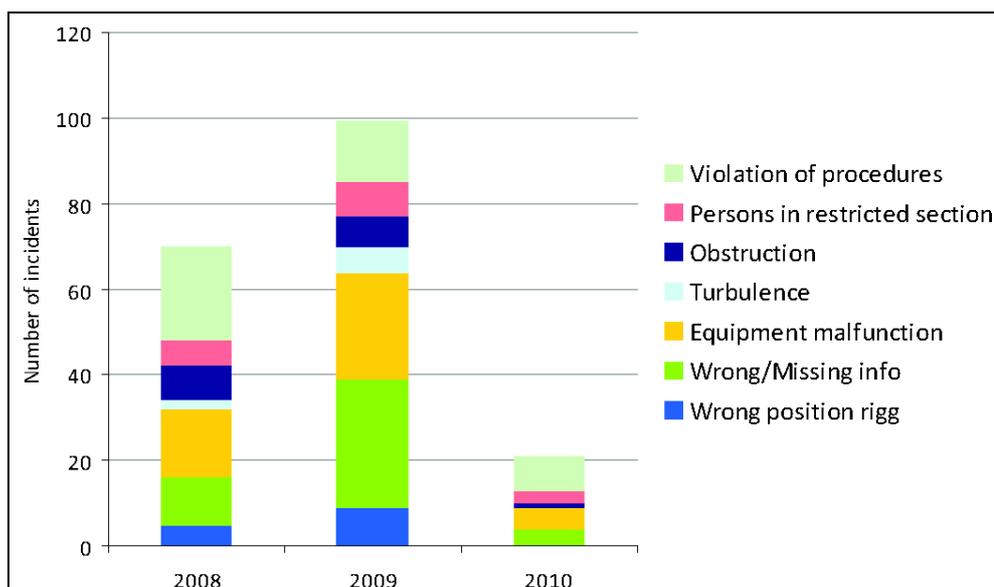


FIGURA 2 – Helideck Factors 2008-2010 (PETROLEUM SAFETY AUTHORITY, 2010)

No Brasil, de maneira geral, os acidentes com helicópteros também apresentam fatores humanos como o maior fator contribuinte. A Figura 3 (BRASIL, 2009) apresenta os principais fatores contribuintes nos acidentes de helicópteros entre 2000 e 2009, com destaque para fatores humanos como o principal fator contribuinte.

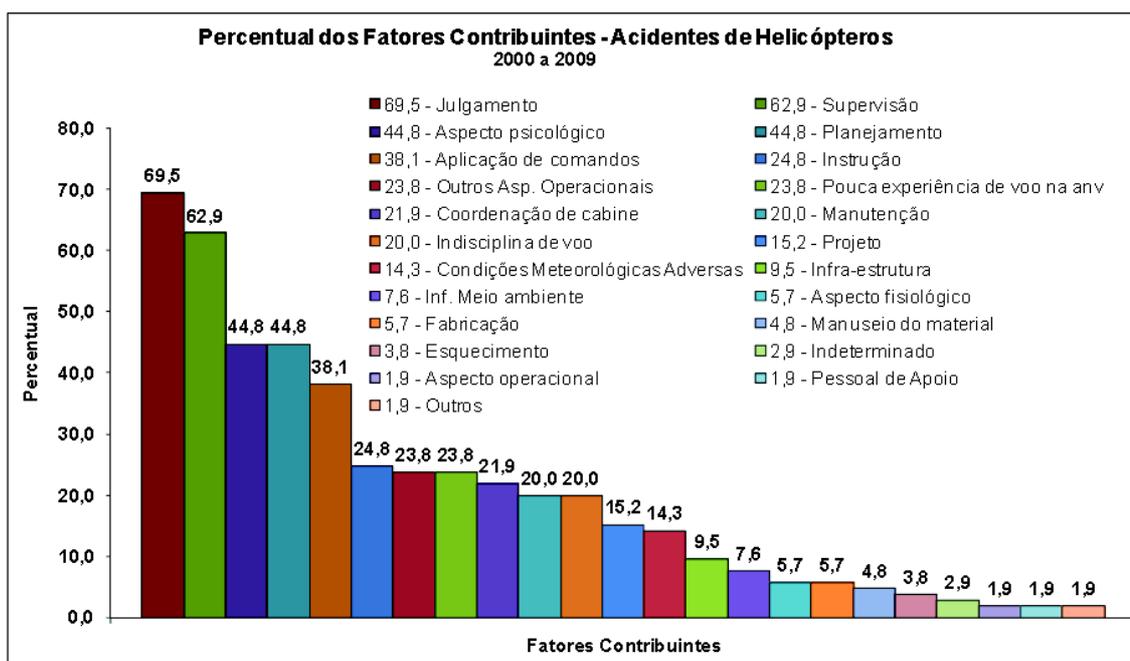


FIGURA 3 - Percentual dos Fatores Contribuintes - Acidentes de Helicópteros (BRASIL, 2010)

O ser humano é o elemento mais valioso e flexível do sistema aeronáutico, entretanto, é o mais vulnerável às influências que podem afetar negativamente seu comportamento (ICAO, 2003), isto demonstra a relevância da análise e compreensão de fatores humanos no contexto da segurança de voo nas operações aéreas *offshore*.

A Figura 4 demonstra a lei de Yorke-Dodson, que correlaciona de forma empírica o estímulo à performance. Com níveis de estímulo alto ou baixo, a performance humana tende ser fraca, na realização de tarefas complexas, que envolvem tomadas de decisão ou atenção a múltiplos procedimentos. Em situações multitarefa, o aumento do estresse não afeta diretamente a primeira tarefa, mas a performance cai a partir da segunda (LUPIEN et al., 2007).

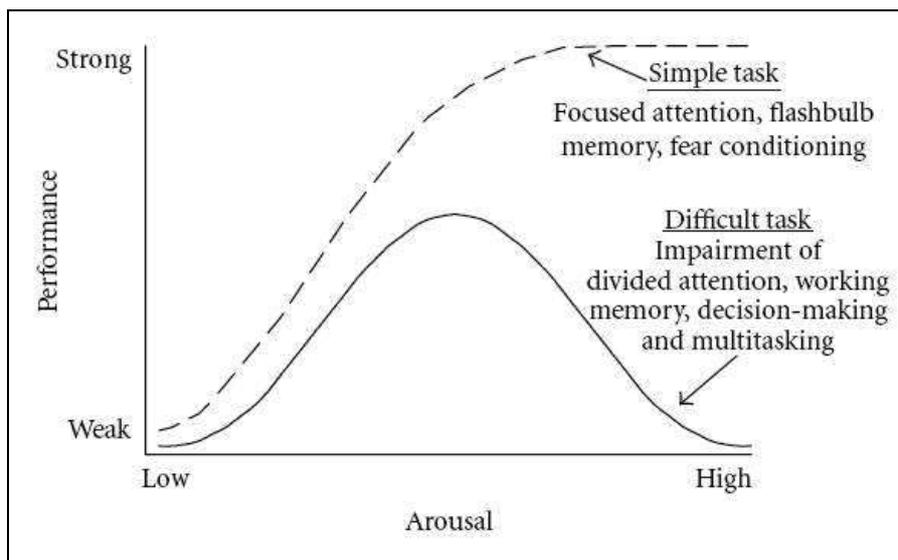


FIGURA 4 – Lei de Yerkes-Dodson (LUPIEN et al., 2007)

Isto comprova que em situações de estresse e tensão a performance da tripulação é comprometida, agravando o julgamento, a supervisão e a tomada de decisão durante o voo. Sendo esta uma característica inerente ao ser humano, torna-se fundamental a utilização de técnicas e recursos para mitigar seus efeitos adversos.

4. GERENCIANDO FATORES HUMANOS

Com base no modelo proposto por James Reason, acidentes resultam de combinações de falhas ativas e condições latentes, e a redução das falhas latentes oferece o maior potencial no aprimoramento da segurança.

Em vista disto, podem-se classificar fatores humanos como consciência situacional, tomada de decisão, liderança, violações, comunicação e trabalho em equipe, como condições latentes. A combinação destes fatores com condições climáticas degradadas, baixa performance do equipamento, entre outros, pode desencadear acidentes e incidentes.

Atualmente as empresas aéreas submetem seus pilotos a constantes treinamentos de CRM. Este treinamento surgiu como uma necessidade para aprimorar as habilidades cognitivas e os processos mentais utilizados para manter a

consciência situacional, aprimorar a resolução de problemas, estimular a assertividade, exercitar a tomada de decisões e o trabalho em equipe. Define-se CRM como um sistema otimizado de gerenciamento de todos os recursos disponíveis, como equipamentos, procedimentos e pessoas, para promover a segurança nas operações de voo (FAA, 2004a). Situações similares experimentadas no treinamento aumentam a probabilidade sobre como a tripulação irá lidar com situações reais de estresse, com maior competência (FAA, 2004a).

O treinamento em CRM tem-se mostrado eficiente na redução de acidentes e é capaz de estreitar os laços entre fatores humanos e segurança nas operações *offshore*. Em 2002, o órgão britânico Health & Safety Executive, recomendou que a indústria do petróleo deveria avaliar maneiras de introduzir o treinamento CRM para as tripulações *offshore*, como parte de seu sistema de gerenciamento de segurança (HSE, 2002).

Estudos realizados na Universidade do Texas demonstram que tripulações que cometeram erros intencionais, não cumprindo com os *Standard Operational Procedures* (SOP), são três vezes mais suscetíveis para cometer outros erros, com resultados consequentes (HOBBS, 2003).

Em conjunto com o CRM, outros programas podem contribuir para garantia da segurança de voo nas atividades *offshore*. Dentre estes, destacam-se:

a) *Line Operations Safety Audity* (LOSA) – LOSA é um processo formal de acompanhamento e monitoramento de voos em rota. Por meio de observadores altamente treinados e qualificados que acompanham os voos, com a finalidade de coletar informações relacionadas à segurança de voo, complexidade operacional e performance da tripulação, além de possibilitar a identificação de ameaças à segurança de voo e mitigação dos riscos associados. LOSA cria meios para gerenciar o erro humano no contexto operacional (ICAO, 2002).

b) *Operations Quality Assurance* (FOQA) – FOQA é um programa de segurança projetado para promover o aumento na segurança de voo, através de análise proativa e continua dos dados armazenados no gravador de dados de voo, durante

operações regulares. A análise destas informações auxilia correções de deficiências operacionais, reduz riscos à segurança de voo, minimiza violações e desvios de procedimento (FAA, 2004b).

c) *Line-Oriented Flight Training* (LOFT) – A proposta do LOFT é propiciar treinamento em ambiente simulado, reproduzindo todas as etapas de voos em rota. Como é realizado em simuladores, este treinamento abrange grande variedade de procedimentos de emergência e rotina. O LOFT possibilita o aumento da performance operacional de toda tripulação, e previne a ocorrência de incidentes e acidentes nas operações de voo (FAA, 2004c).

d) *Health and Usage Monitoring System* (HUMS) – HUMS consiste no monitoramento dos sistemas embarcados nos helicópteros, por meio de coleta e análise de dados. Semelhante ao FOQA, mas com foco no diagnóstico prematuro de falhas, degradação de sistemas e manutenção preventiva das aeronaves. Mesmo que a aeronave não relate uma falha à tripulação, é possível identificar padrões de tendência e comportamento dos sistemas, antecipando falhas e evitando condições que comprometam o voo e a atenção da tripulação. Estudos independentes, apresentados em 2003 durante uma conferência de usuários HUMS, demonstram que este foi o maior contribuinte isolado, para o aumento da segurança de voo nos últimos 10 anos (HUMS, 2006).

5. CONCLUSÃO

Sob a ótica de fatores humanos, não existe a possibilidade de uma operação *offshore* livre de erros humanos. Mesmo o avanço das pesquisas e investimentos em técnicas e treinamentos, o erro é inerente à característica humana.

Torna-se evidente sua importância na segurança das operações *offshore*, sendo que cada vez mais, estratégias devem ser estimuladas para mitigação dos riscos vinculados a fatores humanos.

Experiências de sucesso no mundo, demonstram que o gerenciamento eficaz de fatores humanos representa um aumento substancial na segurança das operações, atuando como fator competitivo no resultado financeiro da atividade.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **Panorama estatístico da aviação civil brasileira para 2000 a 2009**. Brasília, 2010. Disponível em: <http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/Anexos/article/19/PANORAMA_2000_2009.pdf>. Acesso em: 16 maio 2011.

ESTADOS UNIDOS. Federal Aviation Administration. **Crew Resource Management Training (AC 120-51C)**. Washington, 2004a.

_____. **Flight Operational Quality Assurance (AC 120-82)**. Washington, 2004b.

_____. **Line Operational Simulations: Line Oriented Flight Training, Special Purpose Operational Training, Line Operational Evaluation (AC 120-35C)**. Washington, 2004c.

HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE (Reino Unido) **Factoring the human into safety: translating research into practice : executive summary**. Reino Unido, 2002.

HUMS: Health And Usage Monitoring Systems. **Aviation Maintenance Magazine**, 2006. Disponível em: <<http://www.aviationtoday.com/am/categories/bga/76.html>>. Acesso em: 10 ago 2011.

INFRAERO. **Macaé: Histórico**. Disponível em <<http://www.infraero.gov.br/index.php/br/aeroportos/rio-de-janeiro/aeroporto-de-macaehistorico.html>>. Acessado em 20/05/2011.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Human Factors Guidelines for Aircraft Maintenance Manual (DOC 9824)**. Montreal: ICAO, 2003.

_____. **Line Operations Safety Audit (DOC 9803)**. Montreal: ICAO, 2002.

_____. **Safety Management Manual (DOC 9859)**. Montreal: ICAO, 2009.

LUPIEN, S. J. et al. **The effects of stress and stress hormones on human cognition: implications for the field of brain and cognition**. University of British Columbia. Canadá, 2007.

OIL AND GAS UK. **UK offshore public transport helicopter safety record 1977-2006**. Reino Unido, 2007.

PETROBRAS. **Principais operações.** Disponível em <<http://www.petrobras.com.br/pt/quem-somos/principais-operacoes/>>. Acesso em: 18 maio 2011.

PETROLEUM SAFETY AUTHORITY (Noruega). **Trends in risk level in the petroleum activity:** summary report 2010. Norwegian Continental Shelf. Noruega, 2010

REASON, J. Human error: models and management. **British Medical Journal**, n. 320, p. 768-770, 2000. Disponível em <http://openlearn.open.ac.uk/file.php/3303!/via/oucontent/course/257/t835_1_reading001.pdf>. Acesso em: 23 maio 2011.

_____.; HOBBS, A. **Managing Maintenance Error.** Burlington, 2003.

HUMAN FACTORS AS CONTRIBUTORS TO THE OCCURRENCE OF ACCIDENTS IN OFFSHORE OPERATIONS

ABSTRACT: The increase in the production chain concerning the exploration of oil in the Brazilian coastal waters, associated with the newly discovered pre-salt reserves, represents an increase in the helicopter offshore operations to transport people and equipment. This new demand creates conditions leading to a potential increase in the number of accidents related to offshore air transport operations. In the past years, worldwide statistic data shows consistent correlation between human factors and offshore accidents. This article seeks to show this relationship, and presents techniques aimed at mitigating the resulting impact on operational safety.

KEYWORD: Human factor. Helicopters. Offshore operations.

A SOBREVIVÊNCIA DE HELICÓPTEROS COMO UM DOS FATORES PREPONDERANTES NA AVIAÇÃO DE SEGURANÇA PÚBLICA DO BRASIL

Milton Kern Pinto¹

Artigo submetido em: 26/06/2011

Aceito para publicação em: 17/08/2011

RESUMO: O artigo foca a importância da aplicação das características de sobrevivência de helicópteros no projeto de aeronaves para a aviação de Segurança Pública do Brasil, requerendo uma postura dos órgãos públicos aos fabricantes, com a proposta para a construção de um projeto ideal, e a eleição de um helicóptero que atenda o requerimento operacional para possibilitar a sobrevivência das tripulações e a redução dos danos no equipamento. Os objetivos do artigo contextualizam os fatores de carência que gravitam em torno da Aviação de Segurança Pública buscando evidenciar a sobrevivência de helicópteros. Tais fatores são a carência de sobrevivência de helicópteros com um projeto específico para aviação de segurança pública; a carência de filosofia de emprego operacional e suas consequências; e a carência da segurança de voo. São apresentadas sugestões para diminuir a exposição aos riscos e ameaças das tripulações em ambientes hostis. Foram revistos os conceitos de emprego operacional em áreas condensadas com civis residentes convivendo com criminosos. Descritos o ciclo operacional de uma operação aérea com suas oito fases e a aplicação da doutrina de segurança de voo, bem como a implementação das ferramentas que contribuirão para quantificar e qualificar as causas e consequências do emprego operacional de helicópteros em missões emergenciais. São evidenciados os processos e etapas de gerenciamento do risco como relevante ferramenta para dirimir os riscos em ambientes hostis a que essas tripulações estão expostas, reduzindo a possibilidade de incorreções dos tripulantes, contribuindo para a elevação de uma ampla consciência situacional, afastando da ocorrência de incidentes ou acidentes aeronáuticos.

PALAVRAS CHAVE: Gerenciamento do risco. Projeto aeronáutico. Segurança de voo. Sobrevivência do helicóptero.

1 INTRODUÇÃO

A sobrevivência do equipamento em combate é a capacidade de uma aeronave evitar ou suportar um ambiente hostil, produzido por fenômenos naturais ou ação do homem. É a probabilidade da ameaça ou mecanismo de dano para “matar” o helicóptero, uma vez que este tenha sido atingido ou para impedir que seja

¹ Tenente Coronel comandante do Batalhão de Aviação da Polícia Militar de Santa Catarina; Assessor Especial para a Aviação de Segurança Pública do Ministério da Justiça-MJ - Secretaria Nacional de Segurança Pública- SENASP; foi Coordenador Geral das Operações Aéreas de Defesa Civil nas calamidades do Estado de Santa Catarina em novembro/dezembro de 2008, envolvendo diretamente 26 helicópteros; membro titular do Conselho Nacional da Aviação de Segurança Pública-CONAV-SENASP-MJ; piloto de avião e instrutor de voo de helicóptero; é examinador / chegador de helicóptero modelo H-350-Esquilo; cursado em operações especiais no BOPE-Batalhão de Operações Especiais da PM do Rio de Janeiro; Bacharel em Direito; Pós Graduado em administração de Segurança Pública; Mestrando no curso de Mestrado Profissional-MP-Safety no Instituto Tecnológico de Aeronáutica-ITA na área de pesquisa em segurança de voo e aeronavegabilidade continuada. ekernpk1@gmail.com

atingido. São usadas ferramentas de análise para o projeto de sobrevivência e vulnerabilidade do helicóptero. Deverá haver um quantificação da suscetibilidade e vulnerabilidade do helicóptero (RAMOS, 2009 e BALL, 2003).

Com um breve histórico de sobrevivência de aeronaves, revemos a II Guerra Mundial com a sobrevivência deficiente dos aviões japoneses (Zero); na Coreia 20% de taxa de perda de B-29s em missões diurnas; no Vietnã houve a sobrevivência deficiente dos helicópteros; na Somália os helicópteros *Black Hawk down or grounded (falcão negro embaixo ou pousado)*; no estudo descrito no livro *Combat Survivability* (sobrevivência em combate) do Prof. Robert Ball (RAMOS, 2009).

A sobrevivência de helicópteros na Aviação de Segurança Pública do Brasil tornou-se uma evidente quebra de paradigma após o pouso sem potência do helicóptero do Grupamento Aéreo Marítimo-GAM da Polícia Militar do Rio de Janeiro-PMERJ. Aquele helicóptero foi alvejado possivelmente por projéteis disparados por meliantes posicionados no solo, postados num ambiente hostil e área condensada. Após esse fato marcante a Aviação de Segurança Pública vem sofrendo uma mudança, oportunizando a proposta da eleição de um *design* de helicóptero que verdadeiramente atenda ao requerimento operacional de sobrevivência do equipamento e consequente das tripulações.

Os objetivos do artigo são o de contextualizar e questionar a necessidade de alcançarmos um padrão de excelência na gestão de sobrevivência de helicópteros, identificando e incorporando características de melhoria nos futuros projetos, visando aumentar a efetividade nas missões em ambientes hostis, reduzindo sensivelmente sua vulnerabilidade e aumentando a capacidade de sobrevivência, concorrendo paralelamente com o gerenciamento do risco e a implementação do SMS (*Safety Management System*).

Os intuítos da abordagem deste assunto são de sensibilizar os operadores e fabricantes para a existência de um problema, e que ao se buscar sua solução, aumentará significativamente a segurança de voo e a sobrevivência do equipamento. Por isto, a contextualização em foco poderá contribuir para caracterização do problema no contexto das operações aéreas em ambientes hostis.

O trabalho tem a seguinte estrutura: o primeiro e segundo itens respectivamente abordam o resumo e a introdução. O terceiro item que é o desenvolvimento e refere-se às três carências da aviação de Segurança Pública: quanto ao *design for survivability* (projeto de sobrevivência) de helicópteros; quanto

à filosofia do emprego operacional descrevendo o ciclo de uma operação aérea com suas oito fases e possibilidades de *human errors* (erros humanos) e quanto à gestão da segurança de voo com a possibilidade do uso de ferramentas de prevenção. O quarto item foca as sugestões para solução do problema em nível de governo brasileiro e o quinto item trata da conclusão.

2. DESENVOLVIMENTO

Para que haja a contextualização sobre sobrevivência de helicópteros, entende-se que são três os focos de carência que gravitam em torno da aviação de Segurança Pública do Brasil, descritos a seguir.

2.1 Carência na implementação das características de sobrevivência de helicópteros nos projetos ou pós-projetos de aeronaves comercializadas para a aviação de segurança pública

Não existe na área comercial de aeronaves do Brasil a concepção de um projeto aeronáutico de helicóptero que reúna os prerequisites necessários de sobrevivência que atenda aos requerimentos operacionais da Aviação de Segurança Pública.

A comercialização de helicópteros no Brasil carece de uma solução de compromisso, a fim de atender a demanda das operações em ambientes hostis com *modus* operacional multimissão, tanto no resgate de vítimas, como em ações táticas de policiamento aéreo.

A concepção inicial dos projetos desses helicópteros visava tão somente ao transporte de passageiros, não contendo características de *survivability* (sobrevivência) para resistirem aos ambientes hostis com a presença de graves ameaças e riscos, hoje presentes nas missões da Aviação de Segurança Pública.

Na figura 1 são sugeridas algumas características do *design* de menor vulnerabilidade de helicópteros para a sobrevivência em ambientes hostis.

O helicóptero para operar na aviação de segurança pública, necessita de características básicas que poderão contribuir para diminuir a sua vulnerabilidade. Essa previsão começa no projeto conceitual:

a) Velocidade proporcionada pelo excelente perfil aerodinâmico implementado com motor a reação (maior velocidade para se alcançar um melhor tempo de

resposta no cumprimento das missões emergenciais associado ao motor à reação com menor possibilidade de taxa de falha em relação ao motor a pistão);

b) Elevada disponibilidade de reserva de potência associada a uma excelente manobrabilidade (resposta imediata nos eixos de guinada (vertical) e rolamento (logitudinal)). A elevada potência disponível de motor, capaz de decolar com voo vertical de áreas restritas com peso máximo de decolagem sem necessidade de voo à frente para as respectivas decolagens ou se for equipado com dois motores, em caso de pane em um dos motores quando no voo pairado ou no voo à frente possa manter a atitude de voo com pouso em segurança. A resposta dos respectivos comandos de voo poderá ser imediata, a fim de alcançar manobras rápidas para diminuir o tempo de exposição da silhueta da aeronave em ambientes hostis;

c) Componentes aeronáuticos no estado de arte com tecnologia embarcada, tais como vídeo monitoramento, infravermelho, *data link* (ligação de dados), *track* (localizador), imageador térmico, *Synthetic Vision Technology-SVT* (tecnologia de visão sintética), piloto automático com 4 eixos, entre outros componentes aeronáuticos a agregarem-se às necessidades de emprego operacional do equipamento e que detenham previsão de certificação aeronáutica pós- projeto.



FIGURA 01 - *Design* for survivability (projeto de sobrevivência) de helicóptero implementadas no projeto (VELÁSQUEZ, 2008)



FIGURA 2 - Synthetic Vision Technology-SVT (tecnologia de visão sintética).(DEFESANET, 2011)

A SVT recria imagens topográficas a partir das informações do sistema de alerta de colisão da aeronave por meio de uma sofisticada modelagem gráfica, que simula o que o piloto veria em sua frente à luz do dia. É particularmente útil em condições de visibilidade limitada, tais como neblina, operação noturna e voo por instrumentos. A realidade virtual apresentada fornece ao piloto uma imagem tridimensional do solo, água, obstáculos, aeroportos e tráfego aéreo.

2.2 Carência de filosofia de emprego operacional e suas consequências

Os helicópteros operados pela aviação de segurança pública do Brasil foram projetados e constituídos para o transporte de passageiros. Por este motivo o nível de exposição dos operadores e o ônus institucional aos órgãos de segurança pública ficam acentuados. Como exemplo, o pouso sem potência do helicóptero em chamas do Grupamento Aéreo Marítimo-GAM da Polícia Militar do Rio de Janeiro-PMERJ, em outubro de 2009, que foi possivelmente alvejado por projéteis disparados por meliantes posicionados no solo.

As ações de combate das tripulações nas operações urbanas em estado de guerra, guerra civil ou guerrilha são permissivas legalmente, através do respaldo na legislação para o combate pontual em áreas conflagradas. Mas, o Brasil não está vivenciando essas condições atípicas. No momento estamos num Estado democrático de direito. O Código Penal brasileiro tipifica como pratica de crime previsto nos artigos 129 (“ofender a integridade corporal ou a saúde de outrem”) e 121 (“matar alguém”), não respaldando ações policiais que colocam em risco potencial alvejando culposamente do helicóptero em operações policiais, pessoas

inocentes, residentes ou transeuntes, localizados próximo à posição dos criminosos atiradores (GRECO, 2011).

Se nas operações aéreas de polícia, uma ou mais pessoas inocentes forem alvejadas inadvertidamente (com ou sem fatalidades) por projéteis disparados pelas tripulações das aeronaves, poderá ocorrer a responsabilização penal, civil, administrativa, social e institucional sobre as tripulações e às instituições a que pertencem.

A concepção do emprego de helicóptero em operações policiais em áreas conflagradas por civis poderá ser usada como plataforma de observação aérea, com a missão específica de informar aos policiais em terra, e cobri-los, se necessário, com segurança, identificando a localização de criminosos e de possíveis fugas.



FIGURA 3 - Helicóptero modelo H-350-B2 Esquilo do GAM-PMERJ – Fogo a bordo (A) e pouso forçado (B) em outubro de 2009, respectivamente. (PILOTOPOLICIAL, 2011).

Caso ocorra o emprego do helicóptero nestes ambientes hostis com voos pairados, em baixa velocidade, próximos ao solo e com tripulação exposta externamente junto as portas e esquis da aeronave, o helicóptero e sua tripulação será identificado como um alvo “silhuetado”, ou seja, fácil de ser visualizado e alvejado.

Para ingressarmos numa condição técnica e profissional, e quantificar esta exposição aos riscos e ameaças do helicóptero e tripulações nestes tipos de

operações, avaliando em nível de gerência, qual melhor custo-benefício de se tomar a decisão para operar ou não nesses ambientes.

Sobrecarregar o piloto em comando da aviação de segurança pública, deixando para ele, e somente ele, tomar decisões de emprego que poderão resultar num mal maior. A decisão de emprego do helicóptero nestes tipos de operações não deve se sobrepor à segurança de voo. Essa decisão deve realmente estar escudada em estudo científico dos riscos e em ameaças, a ser proposta pela gerência ou direção da respectiva unidade aérea e instituição.

Após análise dos riscos, o gestor da unidade aérea poderá decidir pelo cumprimento ou não da missão. Isto se chama concepção, doutrina ou filosofia de emprego operacional. A prática do fisiologismo ou a tomada de decisões personalísticas na aviação, normalmente não tem suporte técnico, e em muitos casos terminam com a ocorrência de acidentes aeronáuticos.

A partir do momento em que o piloto em comando de uma aeronave, modifica seus procedimentos de voo; contrariando o manual de voo, ou lesa os princípios da segurança de voo, sua conotação de voo, deixa de ser profissional e passa a ser puramente amadora, expondo a tripulação, o equipamento, a instituição a qual pertence e as pessoas em terra.

2.3 Carência da Segurança de Voo

A gestão da segurança de voo poderá estar diretamente ligada à gestão de sobrevivência do equipamento, pois todos os focos de gestão recaem primariamente na prevenção.

As tripulações dos helicópteros da aviação de Segurança Pública do Brasil cumprem missões emergenciais que poderão requerer procedimentos de gerenciamento da tecnologia de sistemas, instalados nas aeronaves.

Cada tipo de operação aérea poderá envolver um tipo de perigo com seu risco subjacente apresentando uma complexidade operacional de recursos humanos, logística e do ambiente (condições meteorológicas, relevo, obstáculos no solo/ar, dentre outros). Em meio a essas missões mais complexas, elencar-se-ão algumas com elevado risco, desempenhadas por 253 aeronaves operadas atualmente pela Segurança Pública: a) Resgate e salvamento terrestre / aquático com equipamento *sling*; b) Resgate e salvamento com rapel e maca de ribanceira; c)

Resgate e salvamento aquático com equipamento puçá; d) Operação de resgate e salvamento com pouso em costões marítimos e pedras; e) Operação de transporte de carga externa; f) Operação de resgate com pousos e decolagens em terraços de prédios incendiados; g) Operação de cerco policial em áreas de risco; h) Operação de resgate com cabo *maguire*; i) Operação de pousos e decolagens em áreas restritas; j) Operação de pousos e decolagens em locais com grande movimento de pessoas e veículos; k) Operação policial em vôo noturno sobre área urbana; l) Operação de transporte do sistema de combate a incêndios *bambi bucket*; m) Operação de desembarque em vôo pairado na água; dentre outras (PINTO, 2000) e (FALCONI, 1997).

Além da exposição ao risco e da possibilidade de ocorrer erros humanos, existem alguns fatores específicos que aportam riscos adicionais aos perigos já presentes nas missões aéreas de Segurança Pública, tais como: a) Proximidade da extrapolação das limitações operacionais do equipamento neste caso o helicóptero, como: torque, geradora de gases (Ng), temperatura dos gases de escapamento (T4), peso máximo e envelope de vento; b) Condições meteorológicas adversas: voar com intensidade de vento inadequado para aquele tipo de operação; continuar o voo com restrição de visibilidade de voo à frente, em face da ocorrência de precipitações, nevoeiros ou névoa seca, além de voar próximo de formação meteorológica severa (TCU e *Cumulus Nimbus*); c) Planejamento operacional insuficiente, tais como: falta de coordenação de cabine, desuso da fraseologia operacional padrão, desconhecimento das funções de cada tripulante e falta de treinamento solo/ar, e d) Preparação inadequada para o voo, tais como: inspeção pré-voo inadequada/inexistente; operações de carga externa sem planejamento ou suporte solo; decolar com pouco combustível; execução parcial do *check list*; navegação planejada com incorreções, dentre outras (POLÍCIA MILITAR DE SÃO PAULO, 1999).

A possibilidade de *human errors* (erros humanos) no cumprimento das missões emergenciais da Aviação de Segurança Pública do Brasil, estão descritos nas 8 fases de uma missão aérea emergencial ou planejada, especificando cada uma delas, elencando uma elevada exposição ao risco em razão da complexidade de atos e decisões tomadas em cada uma das oito fases (PINTO, 2000):



FIGURA 4 - Ciclo Completo de uma Missão/Operação Aérea da Aviação de Segurança Pública (PINTO, 2000)

Na primeira fase, as tripulações, ainda na base e de plantão em *stand by*, acompanham na escuta rádio as comunicações/informações do Centro de Operações da Polícia Militar – Comunicações (COPOM) sobre um provável atendimento emergencial de missão aérea. Ao aguardo da ordem de acionamento da aeronave para a decolagem, as tripulações na escuta das informações pelo rádio, em muitos casos, envolvem-se com o emocional da missão emergencial (como exemplo, acidentes envolvendo crianças), ensejando uma iniciação de atos preparatórios de incorreções com afã de ânimos; exaltação da adrenalina, sudorese e uma possível “visão em túnel” comprometedora nos atos subsequentes com o início da famosa “correria” acreditando a própria tripulação ser a solução de todos os sinistros; não acompanhando em muitos casos as informações finais do COPOM, que na realidade após essa antecipação desordenada e desnecessária, às vezes empírica, podendo ocorrer a não expedição da ordem de missão para cumprir aquela emergência (PINTO, 2000).

A segunda fase é a do acionamento efetivo da aeronave para o atendimento

da missão e decolagem, chamada fase da “rapidez crítica”. Nesta fase poderá ocorrer um imediatismo sequencial de atos preparatórios, com um possível esquecimento de equipamentos de proteção individual e materiais específicos para aquela operação; inspeção pré-vôo parcial; incorreção do *check list* (lista de verificação); inadequada preparação de planejamento no procedimento de decolagem e tráfego; desleixo na recepção das comunicações aeronáuticas com informações parciais do tráfego aéreo; esquecimento de portas abertas; operação incorreta no acionamento do motor; inadequada supervisão dos parâmetros dos instrumentos com a aeronave no solo acionada; planejamento navegatório incorreto em relação à quantidade de combustível; não checar as condições meteorológicas no destino se for distante; extrapolar o envelope de vento, dentre outros (PINTO, 2000).

A terceira fase é a do traslado para o local da missão. Poderão ocorrer as seguintes incorreções: decisão imprópria para prosseguir o voo nas proximidades de condições meteorológicas adversas (*cumulus nimbus*); extrapolar limites operacionais de Potência Máxima Contínua (PMC) do helicóptero; esquecimento de equipamentos suspensos na decolagem com portas fechadas (cintos, cordas, tiras, etc.); desvio de rota para se chegar o mais rápido ao destino, escolhendo uma rota com opção de baixa altitude em razão do teto, expondo-se a obstáculos no solo; preocupação demasiada para chegar ao destino o mais rápido possível gerando desatenção em voo nos parâmetros dos instrumentos; esquecimento da busca de mais informações sobre a missão via rádio ou celular; esquecimento de planejamento (*briefing* (instruções) sumário) em voo com a tripulação, referente às melhores alternativas para o atendimento eficaz e seguro da missão (PINTO, 2000).

A quarta fase versa sobre a visualização do local da missão e aproximação, com possíveis incorreções, tais como: ingresso *hot* (quente) no circuito de aproximação do local da missão emergencial com muita velocidade, gerando desatenção aos obstáculos no solo (fios de alta tensão, árvores, postes etc.) e *flare* (arredondamento) acentuado para pouso, propiciando conforme direção e intensidade do vento, um possível pré-estol ou estol de potência (*flare* (arredondamento) com *nose up* (nariz para cima) acentuado com vento de cauda); seleção imprópria do local para pouso (área demasiadamente restrita ou área de toque com muita incorreção no solo) gerando perigo para o desembarque ou embarque; julgamento incorreto na aproximação em relação à rampa de planeio

para pouso ou voo pairado com obstáculos, associado à direção e intensidade do vento; incorreção ou desuso da fraseologia operacional padrão pela tripulação na coordenação das aproximações e pousos em áreas restritas; distração da tripulação quanto aos procedimentos de coordenação nas aproximações, focando maior atenção (visão em túnel) na ocorrência no solo, tais como: vítimas, pessoas, veículos, etc; esquecendo-se de visualizar os obstáculos presentes na “rampa” de aproximação para uma área restrita (fios, aves, vento, torres, árvores, etc.); desatenção da tripulação quanto à presença de pessoas em movimento na área de pouso e toque do helicóptero; esquecer o planejamento antecipado para uma provável arremetida do local que está aproximando, avaliando a sua disponibilidade de reserva de potência para uma possível transposição de obstáculos em detrimento da potência requerida; falta de coordenação ou fraseologia incorreta de cabine entre os atos e funções de cada tripulante nas aproximações e pousos em pedras, helipontos elevados ou terraços de prédios incendiados; Falta de aplicação da efetiva consciência situacional com comportamento decisório e antecipado nas aproximações e pousos (áreas restritas) em locais onde existam no solo, circunstâncias de risco ao pouso do helicóptero, tais como fios, aves, torres, antenas, fogo, fumaça, calor, grande número de pessoas e veículos em movimento nas proximidades (PINTO, 2000).

A quinta fase é da aeronave pousada no local da missão emergencial com ou sem o motor acionado, ou em voo pairado sobre o mesmo local. As seguintes incorreções poderão ocorrer por parte da tripulação: colocar o motor do helicóptero em "marcha lenta", impossibilitando uma possível e imediata decolagem em razão do perigo iminente (pessoas e veículos desordenados indo de encontro às pás do rotor de cauda); pousar em local impróprio, muito próximo ao evento com corte do motor, podendo ocorrer o início de fogo próximo ao helicóptero em decorrência de grave acidente de trânsito, fumaça ou calor aproximando-se da aeronave por desvio inopinado da direção do vento; pouso em solo (ponto de toque) inadequado gerando a possibilidade após o corte do motor o afundamento rápido dos esquis; esquecimento da inspeção intervio caso haja corte do motor; voo pairado próximo ao solo ou água com vento de cauda com incorreta avaliação; operar com incorreção da fraseologia padrão (efetiva clareza e assertividade) nas operações de carga externa, *bambi bucket* (marca de aparelho-componente aeronáutico para combate de incêndios florestais com helicóptero), desembarque na água, rapel, puçá, maca

de ribanceira, cabo *Macguire* (técnica de salvamento por cabo suspenso); esquecer de ancorar tripulantes e equipamentos no interior da aeronave para o voo com portas abertas; estar operando desnecessariamente dentro da "curva do homem morto"; voar sem necessidade sobre locais que não dispõem de uma área mínima para se efetuar uma autorrotação real, em caso de pane do motor (PINTO, 2000).

A sexta fase é a da decolagem do local da missão com a possibilidade das seguintes incorreções: esquecer de efetuar a segurança de área para o acionamento do motor em razão do estado de risco de morte da vítima a ser embarcada, ensejando ansiedade na tripulação com a "rapidez" associada à "visão em túnel", podendo haver uma possível incorreção de procedimentos preparatórios para a decolagem, tais como: aplicação parcial do *check list* (lista de verificação) com a incorreção em alguma fase do acionamento do motor; o não travamento de portas; falta de comunicações aeronáuticas e de segurança pública; falta de planejamento para a decolagem referente aos parâmetros do equipamento em relação à avaliação das condições atmosféricas, tais como: pressão do ar, altitude densidade, temperatura, direção e intensidade do vento, peso de decolagem e altura de obstáculos podendo ocorrer um *over torque*, com extrapolações de torquímetro, geradora de gases - *Ng* ou T4 (temperatura dos gases de câmara de combustão), (PINTO, 2000).

A sétima fase é a do traslado da vítima para hospital ou local seguro, podendo ocorrer: prosseguimento do vôo com o nível de combustível baixo; extrapolação do limites de velocidade, torque ou geradora de gases (*Ng*), com intuito de chegar o mais rápido possível no hospital; preocupação demasiada com o estado da vítima, esquecendo-se da avaliação constante dos parâmetros dos instrumentos no painel; escolha de uma rota inadequada em razão das condições meteorológicas; escolha incorreta de altitude expondo à colisão com obstáculos no solo; voar sem necessidade sobre locais que não dispõem de uma área mínima para se efetuar uma autorrotação real, em caso de pane do motor; esquecer de fazer as comunicações aeronáuticas e de segurança pública (PINTO, 2000).

A oitava e última fase é a do retorno para base de operações com as seguintes possibilidades de incorreções: prosseguir o voo com o nível de combustível baixo; escolha de uma rota inadequada em razão das condições meteorológicas adversas; escolha incorreta de altitude expondo a colisão com obstáculos no solo; voar sem necessidade sobre locais que não dispõem de uma

área mínima para se efetuar uma autorrotação real, em caso de pane do motor; desatenção com relação aos procedimentos de voo em virtude de a tripulação ter concluída a fase emergencial do atendimento da missão; demonstrações à baixa altitude para familiares e amigos no retorno de missões (passagens sobre residências), descaracterizando o voo institucional (indisciplina de voo); não utilizar a fraseologia padrão no retorno da ocorrência; não respeitar o *sterile cockpit* (cabine de comando estéril-silenciosa) nos procedimentos de pousos e decolagens (PINTO, 2000).

Como os sistemas tecnológicos da aviação e os componentes aeronáuticos estão cada vez mais confiáveis, a ocorrência de acidentes aeronáuticos com causa no fator material estão se apresentando com menor frequência. Atualmente, os *humam errors* (erros humanos) são os que mais contribuem para a ocorrência de incidentes ou acidentes aeronáuticos. O CENIPA divulgou no ano de 2009 os percentuais referentes aos *humam factors* (fatores humanos), contribuintes para a ocorrência de acidentes aeronáuticos com helicópteros entre os anos de 1999 e 2008. São os seguintes: a) 52,9% - Julgamento; b) 47,1% - Supervisão; c) 36,0% - Aspecto psicológico; d) 36,0% - Planejamento

Um piloto de helicóptero da aviação de segurança pública poderá durante uma operação de missão emergencial, em média a cada quatro minutos de voo, fazer, inopinada e simultaneamente no mínimo, quarenta tomadas de decisão com ações de manobras de voo e gerenciamento dos sistemas da aeronave, desde o acionamento até o término da missão (considerando-se curvas, aplicações simultâneas de pedais; aplicação de comandos coletivo e cíclico; subidas e descidas; comunicações de rádio; pousos e decolagens restritas, *checklist*, (lista de verificação); mudanças constantes de proa e velocidade; *scans* (rápida visualização) em instrumentos de painel; entre outros) tendo a tripulação que garantir a segurança de voo combinado com o alcance do êxito na missão.

A implementação da doutrina de segurança de voo suporta-se no conceito de criar ferramentas com a aplicação do gerenciamento de riscos e serão desenvolvidas com base em doze fatores em nível tático (operadores) e seis fatores em nível estratégico (gestão institucional). Para o nível tático são os seguintes procedimentos de análise e quantificação para a identificação dos erros ativos: 1) Falha de intenções ao erro; 2) Falhas de atenção; 3) Falhas sensoriais; 4) Carência de percepção; 5) Carência de cognição; 6) Falha de comunicações / informações; 7)

Falha de gestão com retardo para tomada de decisões corretivas; 8) Falha de conhecimento situacional; 9) Falta de capacidade para reparar o erro; 10) Falha na seleção de ações corretivas; 11) Falha de habilidade comportamental – deslizamentos, modos e erros; 12) Falha no *feed back* (parecer-relatório) não alcançando o resultado corretivo e contextualizado. Em nível estratégico são os seguintes objetivos para se alcançar: 1) Saber a missão na concepção de aviação, ou seja, o que se pretende atingir com a aviação; 2) Disponibilizar recursos para investimento na aviação respectiva; 3) Implementar normas operacionais e regras de operações aéreas; 4) Desenvolver processos organizacionais estruturando a aviação; 5) Produzir como meta um excelente clima organizacional, e 6) Produzir *feed back* (parecer-relatório) com corresponsabilização de todos envolvidos na cadeia de direção (HENDY, 2002).

A produção de estratégias para a alocação de atenção e percepção das tripulações (NASCIMENTO, 2009) deve ser constante. Devem-se criar ferramentas para orientar os tripulantes das unidades aéreas da aviação de segurança pública dos estados, para aplicação de um sistema completo de classificação das possibilidades de ocorrências falíveis com as hipóteses de incorreções, identificando as condições latentes e falhas ativas existentes. Dentro das ferramentas deverão existir condições providenciais para a sua implementação, através da direção com controle e processos de supervisão (SHAPPELL e WIEGMANN, 2000).

Outra relevante ferramenta é o gerenciamento do risco, pois é uma metodologia que ajuda os gerentes a fazerem melhor uso dos recursos disponíveis. Os passos de um processo de Gerenciamento de Risco são um guia genérico para qualquer organização, qualquer que seja o tipo de negócio, atividade ou função.

São sete os passos que o gerente poderá cumprir metodologicamente dentro do processo de gerenciamento do risco para obter um excelente êxito e excelência de gestão (figura 5). São os seguintes: 1) identificar o problema; 2) identificar os riscos; 3) analisar os riscos; 4) avaliar os riscos; 5) tratar os riscos; o risco é dinâmico e sujeito a mudanças constantes; 6) Monitorar e revisar os riscos e 7) Comunicar e consultar os riscos (CYRILLO, 2009).

O gerente poderá usar três métodos para a avaliação do risco: 1º) Avaliação subjetiva envolvendo o tipo de missão e riscos, probabilidade, gravidade, exposição conjugados com o risco aceitável; 2º) Uma matriz de gerenciamento do risco obtendo a quantificação da insegurança ou o “método tricolor” (verde, amarelo e

vermelho), e; 3º) Método MSGR avaliando a probabilidade de níveis de risco e as categorias de severidade do risco (CYRILLO, 2009).

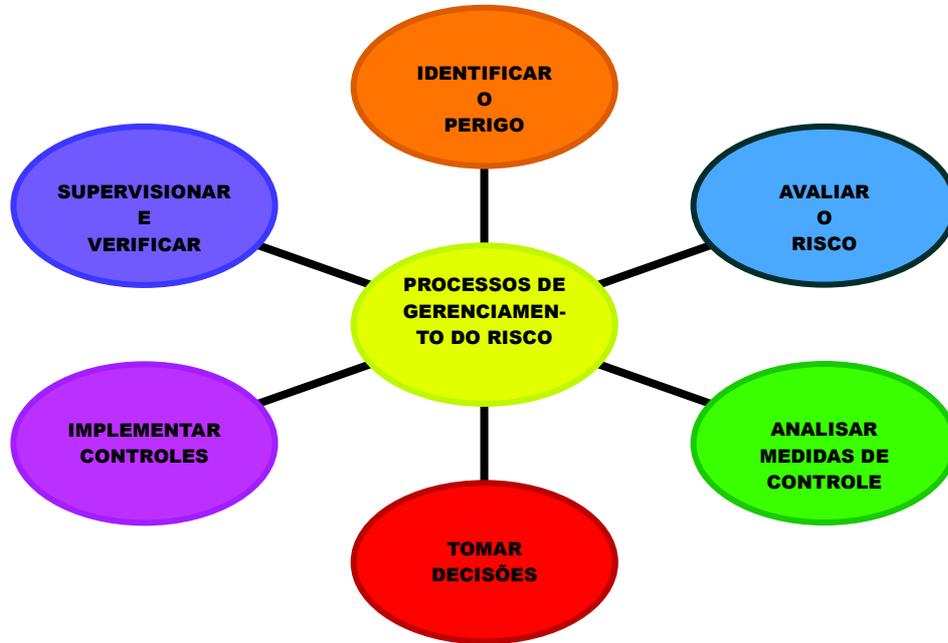


FIGURA 5 - Diagrama do Gerenciamento do Risco (CYRILLO, 2009)

Outra ferramenta que poderá ser relevante é inclusão ao conhecimento da teoria do risco aceitável, inserido no ciclo de prevenção de acidentes. Devemos considerar o emprego operacional desnecessário de aeronaves em missões que envolvem exposição desnecessária ao risco na aviação de segurança pública do Brasil. Considera-se também, o emprego operacional necessário conjugado com o risco aceitável (PINTO, 2000). Como consequência desta carência, à exposição demasiada ou desnecessária ao risco dessas tripulações fica mais próxima aos incidentes e acidentes aeronáuticos, com uma análise criteriosa dos tripulantes da unidade aérea diante das relações entre os conceitos de complexidade, interligação, cognição e catástrofe (PERROW, 1983).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os comandantes ou diretores das unidades aéreas da Aviação de Segurança Pública do Brasil poderão diminuir a exposição ao risco de suas tripulações nas operações aéreas, implementando uma gestão de emprego operacional aplicando a concepção do risco aceitável.

Como proposta, poderá ser apresentado um “envelope” criterioso que defina os limites dessas operações, padronizando e disciplinando a aplicação de etapas e métodos de gerenciamento do risco na segurança de voo (PINTO, 2000). Como meta a ser alcançada a decisão de empregar ou não helicópteros em ambientes hostis, deve-se priorizar a aplicação da segurança de voo em detrimento do cumprimento da missão.

O Ministério da Justiça, por intermédio da Secretaria Nacional de Segurança Pública-SENASP, poderá celebrar convênios com o Centro Nacional de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos-CENIPA do Comando da Aeronáutica, construindo ferramentas de gerenciamento do risco, tanto em nível tático para operadores, como estratégico para gestores.

A aplicação das ferramentas de prevenção de acidentes aeronáuticos poderá ser coordenada pela SENASP e ser encaminhada para cada unidade aérea de Segurança Pública dos Estados da Federação e órgãos da União (unidades aéreas da Polícia Federal, Polícias Militares, Polícia Rodoviária Federal, Polícias Civis e Corpo de Bombeiros Militares).

A aplicação dos processos de gerenciamento do risco poderá ser eficaz, como ferramenta mantenedora da segurança de voo nas inúmeras missões emergenciais cumpridas pelas tripulações da Aviação de Segurança Pública do Brasil, elevando o nível de alerta e ampliando a consciência situacional, bem como inibindo o início de uma cadeia de eventos que poderá incidir na ocorrência de incidentes ou acidentes aeronáuticos.

Outra ferramenta que poderá ser relevante é a inclusão ao conhecimento da teoria do risco aceitável, inserido no ciclo de prevenção de acidentes. Podemos considerar o emprego operacional desnecessário de aeronaves em missões que envolvem exposição desnecessária ao risco na aviação de segurança pública do Brasil. Poderá ser considerado o emprego operacional necessário, conjugado com o risco aceitável (PINTO, 2000). Como consequência, a exposição demasiada ou desnecessária ao risco poderá ficar mais próxima aos incidentes ou acidentes aeronáuticos, propondo-se uma análise criteriosa dos conceitos de complexidade, interligação, cognição e catástrofe (PERROW, 1983).

Uma estratégia operacional, que poderá ser avaliada para diminuir a exposição das tripulações ao risco em ambientes hostis, é operar com a aeronave na condição doutrinária como plataforma de observação aérea usando componentes

tecnológicos de localização e monitoramento de pessoas à distância ou altitude levando potentes câmeras que permitem visualizar de grande altitude o movimento de veículos e pessoas.

4 CONCLUSÃO

A aeronave projetada e eleita com o “*design for survivability*” (projeto para sobrevivência) pelos operadores e fabricantes, poderá ser usada para o “combate urbano” ou como plataforma de observação aérea.

A operação com maior ou menor segurança poderá depender da forma de emprego com essa aeronave será exposta. A estratégia de emprego operacional com o uso das ferramentas de gerenciamento do risco contribuirá para diminuir a vulnerabilidade das tripulações e do equipamento nesses ambientes hostis.

Poderão ser usados componentes aeronáuticos embarcados com recursos tecnológicos, focando a vigilância e o monitoramento das operações com a localização de pessoas e veículos, usando-se potentes câmeras que permitam visualizar qualquer movimento no solo.

Por fim, de nada adianta a Aviação de Segurança Pública do Brasil, através dos fabricantes, eleger um projeto de helicóptero ideal, aplicando uma solução de compromisso, prevenindo todos os aspectos de suscetibilidade e vulnerabilidade de *survivability* (sobrevivência) de helicópteros; como também não adianta empregar as aeronaves em ambientes hostis com blindagem da estrutura e das pás do rotor principal contra projéteis; redundância tripla dos sistemas hidráulico e elétrico; tanque de combustível autosselante; linhas de combustível a prova de projéteis; sistema redundante de controle dos comandos de voo do rotor principal e de cauda; supressores de ruído dos motores; grande estabilidade direcional da aeronave mesmo após a perda do rotor de cauda; para-brisas resistente a choques; cortadores de fios e cabos; transmissão principal modular para operar temporariamente sem lubrificação; entre outros, se não existir a aplicação de uma sólida doutrina de emprego de segurança de voo na Aviação de Segurança Pública do Brasil, elencada no presente artigo.

REFERÊNCIAS

BALL, R. E. **The fundamentals of aircraft combat survivability analysis and design**. 2. ed. American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2003.

CRUZ, R. V. **Fundamentos da engenharia de helicópteros e aeronaves de asas rotativas**. São José dos Campos, 2009. (Apostila MP-Safety-ITA)

CYRILLO, W.. **Segurança de voo**. São José dos Campos, 2009. (Notas de aula MP-Safety-ITA)

FALCONI, C .E.. **O voo a beira dos limites**. São Paulo: Helibras, 1997.

GRECO, R. **Código Penal Comentado**. São Paulo: Impetus, 2011.

HENDY, K. C. **A Tool for Human Factors Accident Investigation, Classification and Risk Management (Technical Report.)**. Defense R&D Canada: Toronto, 2002.

NASCIMENTO, F. A. C. **Factors affecting safety during night visual approaches for offshore helicopters, as perceived by pilots.**, College of Aeronautics, UK. 2008/9.

SÃO PAULO (Estado) Polícia Militar. **Nota de Instrução nº 006/31/99 do GRPA**. São Paulo, 1999.

PERROW, C. **Complexidade, interligação, cognição e catástrofe: análise e conjuntura**. Belo Horizonte, Fundação João Pinheiro, v.1, n.3, set/dez 1983.

PINTO, M. K. **Definição dos limites operacionais com a proposta para a criação dos critérios de risco, conjugados às operações no Grupo de Radiopatrulhamento Aéreo Da Polícia Militar De Santa Catarina**. Florianópolis, 2000. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-Graduação) .Universidade do Sul Santa Catarina.

RAMOS, R. L. C. B. **Survivability de helicópteros**. São José dos Campos, 2009 (Notas de aula MP-Safety-ITA).

SHAPPELL, S. A., WIEGMANN, D. A. **The Human Factors Analysis and Classification System–HFACS (DOT/FAA/AM-00/7)**. Washington, DC: FAA, 2000.

VELAZQUES, E. A. S. **Vulnerabilidade dos helicópteros de apoio em operações de erradicação aérea de cultivos ilícitos em Colômbia**. São José dos Campos, 2008 (Trabalho da disciplina Sobrevivência de Helicópteros MP-Safety-ITA).

DEFESANET. **Defesa, estratégia, inteligência e Segurança**. Disponível em:<www.defesanet.com.br>. Acesso em:11 abr 2011.

PILOTOPOLICIAL. **Portal da Aviação de Segurança Pública e Defesa Civil**. Disponível em: <www.pilotopolicial.com.br>. Acesso em:11 abr 2011.

THE SURVIVABILITY OF HELICOPTERS AS ONE OF THE DOMINANT FACTORS IN THE BRAZILIAN PUBLIC SECURITY AVIATION

ABSTRACT: This article focuses on the importance of the survivability characteristics of helicopters in the design of aircraft for the Brazilian public security aviation, something that demands an attitude on the part of the public agencies before the manufacturers, with the proposal for the development of an ideal design, and the definition of a helicopter capable of meeting the operational requirements to enhance both the crew survival possibilities and reduce the amount of damage to equipment. The objectives of the article are intended to contextualize the factors which affect the Brazilian Public Security Aviation, aimed at highlighting the issue of helicopter survivability. Such factors are the deficiency of survivability in helicopters with specific design for the public security aviation; the lack of a policy regarding the operation deployment and its consequences; and the lack of flight safety. Suggestions are made for the reduction of crew exposure to risks and threats in hostile environments. There was a review of the concepts related to operational deployment in populated areas, in which civilian residents live together with unlawful neighbors. A description is made of an air operation along with its eight phases, and the application of the flight safety doctrine, as well as the implementation of the tools that will help quantify and qualify the causes and consequences of the operational use of helicopters in Public Security emergency missions. Finally, the risk management processes and stages are highlighted as an important tool to cope with the risks to which these crews are exposed in hostile environments, reducing the possibility of crew errors, contributing to the development of a broad situational awareness, and helping to prevent the occurrence of aeronautical incidents and accidents.

KEYWORDS: Risk management. Aircraft design. Flight safety. Helicopter survivability.

A INFLUÊNCIA NO MERCADO E NA SEGURANÇA OPERACIONAL DA IMPLANTAÇÃO DE REQUISITOS ESPECÍFICOS RELATIVOS À INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA DE PEQUENO PORTE NO BRASIL

Daniel Alves da Cunha ¹

Artigo submetido em 07/07/2011.

Aceito para publicação em 16/08/2011.

RESUMO: Este trabalho visa verificar a influência no mercado e na segurança operacional da implantação de requisitos específicos relativos à infraestrutura aeroportuária de pequeno porte no Brasil. Para tanto buscou identificar a existência de uma relação de causa e efeito entre a legislação emitida pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) e os índices verificados de concentração de mercado para 2010 e a frequência de acidentes aeronáuticos ocorridos no período de 2005 a 2010 ponderada pelo movimento operacional de aeronaves nesse grupo de aeroportos.

PALAVRAS-CHAVE: Aeroportos. Infraestrutura Aeroportuária. Segurança Operacional.

1 INTRODUÇÃO

A economia brasileira passa por uma situação privilegiada demonstrando crescimento sustentado na última década. De 2000 a 2005, a taxa real anual de crescimento do PIB (Produto Interno Bruto) foi de 3,0%, enquanto que na segunda metade da década, o ritmo de crescimento passou para 4,4% ao ano. Já o ritmo de investimentos, evidenciado pela taxa de crescimento anual da formação bruta de capital fixo passou de 1,3% entre 2000 e 2005 para 9,9% de 2006 a 2010 (IPEA, 2011).

Há uma relação bastante peculiar e relativamente constante entre as taxas de variações do PIB e as taxas de variação nas linhas de oferta (ASK - *Available Seat Kilometer* - Assentos Quilômetros Oferecidos) e de demanda (RPK - *Revenue Passenger Kilometer* - Passageiro pago transportado) no mercado aéreo, indicadores básicos de produto do setor. Entre 1971 e 2007 verifica-se que as taxas de variação de ASK e RPK foram em média respectivamente 2,07 e 2,23 vezes as variações do PIB no mesmo período (elasticidade-renda da demanda), conforme Tabela 1.

Já a movimentação de passageiros no Brasil teve um crescimento de 116,7%

¹ Formado em Ciências Aeronáuticas e em Gestão de Aviação Civil pela Faculdade de Ciências Aeronáuticas da Universidade Tuiuti do Paraná; Pós graduado em Gestão de Aviação Civil pela Universidade de Brasília, UnB; Mestrando em Transportes pela Universidade de Brasília, UnB. Atualmente é Especialista em Regulação de Aviação Civil; Inspetor nas áreas de segurança operacional e infraestrutura (ANAC). daniel.cunha@anac.gov.br

ante uma variação real de 36,8% do PIB brasileiro no período de 2003 a 2010, indicando uma elasticidade-renda da demanda por transporte aéreo de 3,17 (IPEA, 2011).

TABELA 1 - Relação entre variações de PIB, ASK e RPK no mercado aéreo doméstico (1971 – 2007)

	ASK/PIB	RPK/PIB
Média geral	2,07	2,23
Média 1971-1980	1,79	1,91
Média 1981-1990	2,74	3,26
Média 1991-2000	2,66	2,21
Média 2001-2007	1,98	2,73

Fonte: IBGE/Ipeadata/ANAC (2009)

Tal crescimento, embora benéfico para o país, traz a necessidade de maiores investimentos em infraestrutura econômica, cuja função precípua é a de dar apoio às atividades do setor produtivo (infraestrutura aeroportuária), promovendo efeitos multiplicadores e dinamizadores nos demais setores, induzindo a um ambiente propício ao desenvolvimento econômico e social do país (IPEA, 2010).

Verifica-se atualmente que os investimentos realizados não são suficientes para cobrir o aumento da demanda por transporte aéreo no país, pois ao analisar a movimentação de passageiros e a capacidade dos 20 principais aeroportos brasileiros em 2010, encontra-se um cenário de estrangulamento. A taxa de ocupação média nesses terminais foi de 114,39%, onde desses, 14 aeroportos operaram acima de 100% de sua capacidade, com uma taxa média de ocupação de 187% e os outros seis aeroportos apresentaram-se operando em termos de utilização de capacidade com menos de 100%, conforme Tabela 2.

Não apenas os principais terminais do país, mas também os menos movimentados sofrem com a carência de investimentos em volume e velocidade suficientes para acompanhar a demanda.

Houve um grande desenvolvimento no que diz respeito à disposição geográfica dos aeroportos públicos nas regiões Sul, Sudeste e na calha litorânea brasileira, em decorrência do desenvolvimento econômico, turístico, social e populacional dessas áreas. Fato não evidenciado nas regiões Centro-Oeste e Norte devido à falta de aplicação de políticas desenvolvimentistas e de fomento à ampliação do sistema aeroportuário ali instalado no decorrer das últimas décadas (Fig. 1).

TABELA 2 - Ocupação dos 20 principais terminais aeroportuários do país (2010)

		Movimento de passageiros (2010)	Capacidade do terminal (2010)	Ocupação (%)
1	SBVT - Vitória (ES)	2.645.000	560.000	472,32%
2	SBGO - Goiânia (GO)	2.349.000	600.000	391,50%
3	SBFL - Florianópolis (SC)	2.676.000	1.100.000	243,27%
4	SBFZ - Fortaleza (CE)	5.073.000	3.000.000	169,10%
5	SBMG - Confins (MG)	7.261.000	5.000.000	145,22%
6	SBKP - Viracopos (SP)	5.022.000	3.500.000	143,49%
7	SBBR - Brasília (DF)	14.149.000	10.000.000	141,49%
8	SBCY - Cuiabá (MT)	2.134.000	1.600.000	133,38%
9	SBGR - Guarulhos (SP)	26.744.000	20.500.000	130,46%
10	SBSP - Congonhas (SP)	15.481.000	12.000.000	129,01%
11	SBNT - Natal (RN)	2.413.000	1.900.000	127,00%
12	SBMO - Maceió (AL)	1.425.000	1.200.000	118,75%
13	SBEG - Manaus (AM)	2.705.000	2.500.000	108,20%
14	SBPA - Porto Alegre (RS)	6.676.000	6.500.000	102,70%
15	SBCT - Curitiba (PR)	5.769.000	6.000.000	96,15%
16	SBBE - Belém (PA)	2.571.000	2.700.000	95,22%
17	SBRJ - Santos Dumont (RJ)	7.805.000	8.500.000	91,82%
18	SBRF -Recife (PE)	5.933.000	8.000.000	74,16%
19	SBBA - Salvador (BA)	7.540.000	10.500.000	71,81%
20	SBGL - Galeão (RJ)	12.229.000	18.000.000	67,94%
	Média			114,39%

Fonte: INFRAERO/IPEA (2011)

A malha aérea se faz presente tendencialmente nas áreas mais desenvolvidas socioeconomicamente, gerando e consumindo os benefícios oriundos da dinâmica de mercado e da demanda encontrada nessas localidades. Já as regiões carentes de transporte aéreo sofrem as consequências da inacessibilidade e da falta de indução ao desenvolvimento socioeconômico por ele gerados (CUNHA, 2009).

Os poucos aeródromos dispostos nas regiões mais deprimidas do país não dispõem de recursos suficientes para financiar sua operação de maneira segura e eficiente da também crescente demanda pela aviação regional. Esses aeródromos representam os principais portais de acesso às comunidades a que atendem possibilitando sua mobilidade, interconexão e acesso a serviços básicos da sociedade.

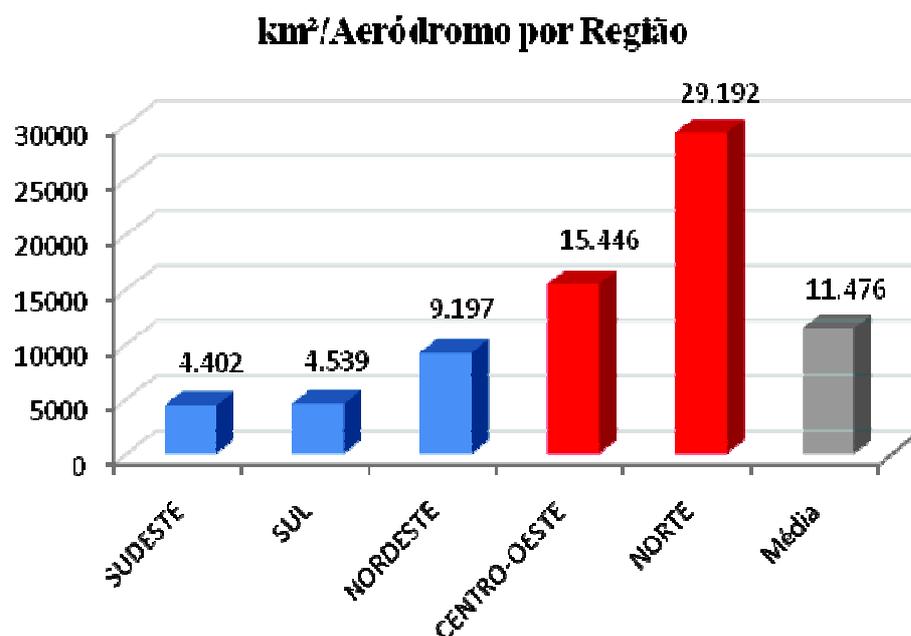


FIGURA 1 - Área servida por aeródromo por região no país (2010)
Fonte: IBGE/ANAC (2008)

2 O PAPEL DA ANAC

A regulação estatal da economia é o conjunto de medidas legislativas, administrativas e convencionais, abstratas ou concretas, pelas quais o Estado, de maneira restritiva da liberdade privada ou meramente indutiva, determina, controla, ou influencia o comportamento dos agentes econômicos, evitando que lesem os interesses sociais definidos no marco da Constituição e orientando-os em direções socialmente desejáveis (ARAGÃO, 2009).

Cumprindo o papel de órgão regulador técnico e econômico do setor, cabe à ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil) a responsabilidade de regular e fiscalizar as atividades de aviação civil, de infraestrutura aeronáutica e aeroportuária, e de observar e garantir a aplicação da Política Nacional de Aviação Civil. Trata-se de compatibilizar tecnicamente os interesses do estado, dos exploradores dos serviços de aviação civil e dos usuários, primando entre outros aspectos, pela eficiência, adequabilidade da prestação dos serviços, modicidade de tarifas e pela segurança.

Um dos principais aspectos dessa interação é a relação segurança versus viabilidade econômica da prestação dos serviços aéreos e de infraestrutura, onde a regulação feita pelo órgão regulador deve buscar o equilíbrio entre esses dois fatores, não sendo ausente nas exigências de segurança impostas, mas também

não impondo restrições tão onerosas que inviabilizem a prestação dos serviços nas regiões e modalidades em que as margens de lucro são mais baixas.

3 REGULAMENTAÇÃO DE INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA: EFEITOS NO MERCADO

Sabe-se que o transporte aéreo tem no Brasil papel fundamental, pois seus elevados níveis de segurança, aliados à maior velocidade média de todas as modalidades de transporte de pessoas e bens, sua distribuição em rede e pontual (o que possibilita o acesso a áreas remotas sem maiores dificuldades, principalmente quando comparado aos modos ferroviário e rodoviário) e as baixas taxas de transferência intermodal, devido à carência de infraestrutura em linha (rodovias e ferrovias), principalmente nas regiões mais distantes do país, possibilitam um alto nível de cobertura do vasto território nacional.

Uma questão levantada é se a ANAC, ao emitir normas de segurança operacional para a operação da infraestrutura aeroportuária, estaria restringindo a capilaridade da rede do transporte aéreo na medida em que as imposições colocadas estivessem inviabilizando a manutenção e a operação de aeródromos localizados em áreas de difícil acesso e deprimidas, socioeconomicamente, impossibilitando o desenvolvimento, integração regional e redução de desequilíbrios existentes entre os principais centros e as regiões mais remotas do país.

A ANAC utiliza em seus cálculos de concentração de mercado no Brasil o Índice Herfindahl-Hirschman (HHI), medida amplamente utilizada para avaliações desta natureza. De acordo com a metodologia proposta pelo Departamento de Justiça dos Estados Unidos, um valor abaixo de 0,1 indica um mercado não concentrado, sem indícios de agente com domínio sobre o mercado. Já um valor entre 0,1 e 0,18 indica um mercado moderadamente concentrado. Um valor acima de 0,18 é considerado pelo departamento de Justiça dos Estados Unidos como indicativo de mercado altamente concentrado. O índice é representado pelo somatório dos quadrados das participações de cada firma no mercado (ANAC, 2010).

A Figura 2 demonstra para os 108 aeródromos objeto deste estudo os Índices Herfindahl-Hirschman (HHI) calculados para o ano de 2010 por classe e por região.

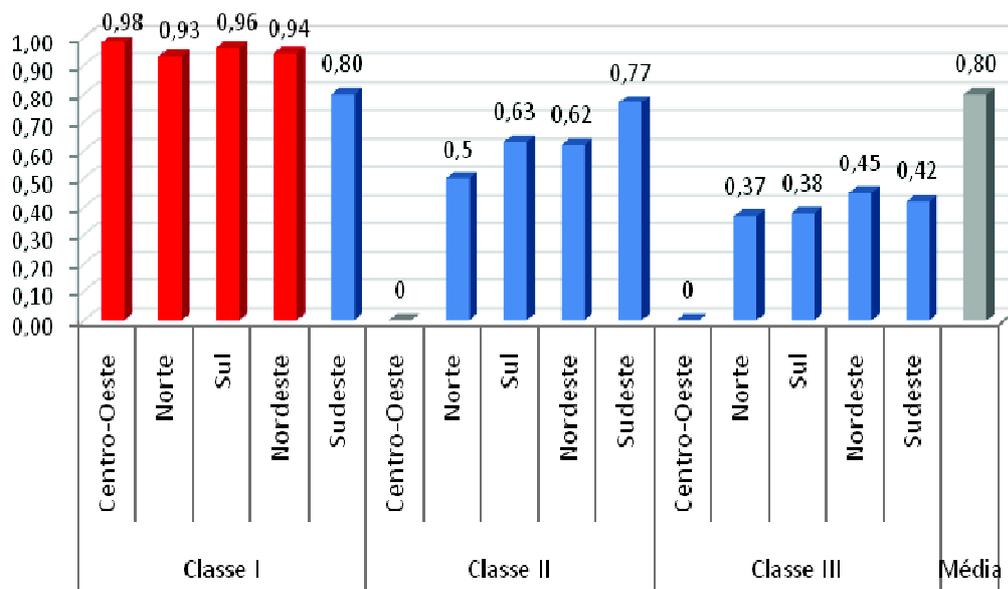


FIGURA 2 - Concentração de mercado (HHI) nos aeroportos Classe I (movimentação de até 99.999 passageiros), Classe II (movimentação de 100.000 a 399.999 passageiros) e Classe III (movimentação de 400.000 a 999.999 passageiros) em 2010*
Fonte: ANAC/SER (2010)

Verifica-se que o mercado aéreo no Brasil é altamente concentrado e que em maior grau de concentração encontram-se os aeródromos Classe I das regiões Sul, Centro-Oeste, Nordeste e Norte, ficando acima da média nacional.

Porém, quando se constata que das 64.646 etapas de HOTRAN (Horário de Transporte - formalização das concessões para a exploração de linhas aéreas regulares pelas empresas de transporte aéreo) solicitadas à ANAC pelas empresas aéreas em 2010, apenas 1.811 (2,80%) foram negadas por algum motivo relativo à carência de infraestrutura instalada nos aeródromos. Dessas, 324 são dos 108 aeródromos que compõem esse estudo e 18 são de aeródromos que não tinham voos regulares em 2010 e foram impedidos de tê-lo, perfazendo um total de 342 (0,53%), ou seja, uma representatividade muito baixa no mercado como um todo, conforme Tabela 3.

O resultado obtido de -0,34 sugere que não haja uma associação forte e direta de causa e efeito entre as duas variáveis, o que significa que 58,30% da variação de HHI se explica pelo modelo. A significância estatística do teste foi ao nível 99,99% de confiança, descartando-se assim a hipótese de que as restrições em infraestrutura colocadas pela legislação em vigor resultem numa situação de concentração de mercado.

TABELA 3 - Proporção de etapas de HOTRAN negadas em função das solicitadas

		Etapas negadas (Aeródromos com HOTRAN)	Etapas negadas (Aeródromos impedidos de ter HOTRAN)*	%
Norte	Classe I	15	6	0,032%
	Classe II	49		0,076%
	Classe III	18		0,028%
Nordeste	Classe I	18		0,028%
	Classe II	15		0,023%
	Classe III	55		0,085%
Centro-Oeste	Classe I	2	3	0,008%
	Classe II	0		0,000%
	Classe III	0		0,000%
Sudeste	Classe I	27	1	0,043%
	Classe II	4		0,006%
	Classe III	52		0,080%
Sul	Classe I	32	8	0,062%
	Classe II	14		0,022%
	Classe III	23		0,036%
Total		324	18	
			342	0,53%

Fonte:ANAC/SIA/SER (2010)

Ainda assim, a fim de se testar a hipótese de que os aeródromos menores sofrem alguma influência prejudicial relativa à negativa de etapas solicitadas em função de restrições da legislação foi feita uma análise da interação entre a proporção de etapas de HOTRAN negadas (%ETN: representado pela proporção de etapas negadas pelas solicitadas) e a concentração de mercado (HHI) encontrados nesta “população” de aeródromos utilizando-se o Coeficiente de Correlação Linear de Pearson (r) e o gráfico de dispersão (Gráfico 1).

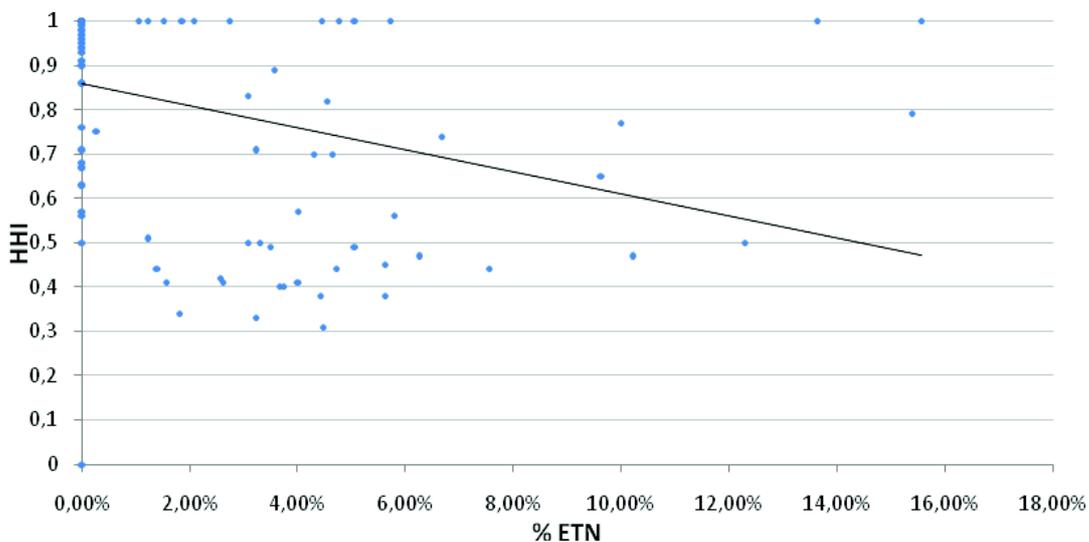


GRÁFICO 1 - Correlação: % ETN / HHI – Aeródromos Classe I, II e III (2010)
(Regressão: $HHI = 0,858 - 2,478 \times (\%ETN) + \epsilon$). Fonte:ANAC/SIA/SER (2010)

Entretanto há de se observar um requisito específico da norma que impede a entrada de novas empresas no mercado, caso a “capacidade de atendimento à demanda por segurança operacional” esteja completamente utilizada, e não há uma regra publicada pela ANAC baseada em algum critério técnico, para eventual substituição das empresas aéreas exploradoras do mercado abrangido por esses aeródromos. Assim como ocorre com o caso dos aeroportos que operam pelo sistema de SLOT (horário estabelecido para uma aeronave realizar uma operação de chegada ou uma operação de partida em um aeroporto coordenado), criando-se assim uma espécie de reserva ou distorção de mercado.

4 REGULAMENTAÇÃO DE INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA: SEGURANÇA OPERACIONAL

Um dos papéis da regulação é a garantia da prestação do serviço público dentro de critérios de adequabilidade previstos na Constituição Federal e na Lei 8.987/95. Um desses critérios diz respeito à segurança, o que impõe à ANAC obrigação da regulação técnica voltada também para a segurança das operações aéreas na tentativa de garantir o pleno atendimento das necessidades da sociedade como um todo.

Além disso, a Autoridade de Aviação Civil Brasileira tem o compromisso de apoiar os objetivos estabelecidos no Art. 44 da Convenção de Aviação Civil internacional (1944), destacando-se as exigências de assegurar o crescimento seguro e ordenado da aviação civil internacional em todo o mundo e de satisfazer as necessidades de segurança, regularidade, eficiência e economia da população mundial em relação ao transporte aéreo.

Nesse sentido, a publicação da Resolução ANAC nº 115 em outubro de 2009 tratando da implantação, operação e manutenção do serviço de combate a incêndios e salvamento em aeródromos públicos civis (SESCINC) buscou disciplinar a atividade e preencher uma lacuna existente em vários de seus aspectos buscando, finalisticamente, o salvamento de vidas humanas, após a ocorrência de acidentes aeronáuticos e, secundariamente, por meio de flexibilizações em requisitos técnicos, viabilizar a operação em localidades de menor porte pela redução do custo operacional.

A principal flexibilização implementada foi sobre o requisito principal, em que se vinculam a este todas as outras exigências da norma, trazendo uma redução no peso imposto pela aquisição e manutenção de materiais e equipamentos, contratações de serviços e treinamento de pessoal vinculado à atividade, em detrimento da segurança operacional implantada na localidade.

A teoria do Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional, mundialmente difundida coloca que a eliminação de 100% dos acidentes é desejável, porém uma taxa de zero acidente é um objetivo inalcançável. Falhas e erros irão ocorrer, apesar dos melhores esforços para preveni-los, e nenhuma atividade humana, ou sistema projetado por humanos pode garantir segurança absoluta, isto é, livre de risco.

Por esse motivo, a Organização de Aviação Civil Internacional (OACI) coloca a segurança operacional como sendo uma noção relativa em que riscos inerentes são aceitáveis. É, portanto, o estado em que o risco de danos a pessoas ou propriedades é reduzido ou mantido abaixo, a um nível aceitável, por meio de um processo contínuo de identificação de perigos e gerenciamento de riscos.

O estabelecimento desse Nível Aceitável de Segurança Operacional (NASO) leva em conta o princípio da razoabilidade (*As Low As Reasonably Possible – ALARP*) a fim de garantir que esses requisitos sejam tangíveis do ponto de vista operacional. Este nível fornece um objetivo em termos de desempenho de segurança operacional que os operadores têm de alcançar, quando explorando o mercado desejado.

O chamado NASO (identificado internacionalmente como *Safety Goals* ou *TLS – Target Level of Safety*) passa a ser uma referência contra a qual a Autoridade de Aviação Civil pode comparar o desempenho de segurança operacional do mercado, dando-a a capacidade de avaliar a efetividade das suas ações regulatórias e fiscalizatórias.

Porém, a ANAC ainda não definiu os NASO para as diversas áreas da aviação civil brasileira, deixando em seu Programa de Segurança Operacional Específico da Agência Nacional de Aviação Civil (PSOE - ANAC) em aberto para cada Provedor de Serviços da Aviação Civil (PSAC) defini-los. A aceitação desses mínimos integrados a todo o sistema de gerenciamento da segurança operacional do PSAC é que seria aceito ou não.

Devido a este fato, foram tomadas como ponto de corte as frequências relativas médias de acidentes aeronáuticos, ponderadas pelo número de decolagens envolvendo operações de voos regulares utilizando aeronaves propulsionadas por motores a jato, turboélices ou convencionais, no transporte de passageiros (ACD/DEP) dos aeródromos Classe IV, pois são, teoricamente, as mais críticas encontradas na aviação civil, e possuindo os outros grupos de aeródromos um menor risco à segurança operacional. Dado o reduzido movimento operacional de aeronaves e passageiros (menor exposição ao risco), será assumido nesse estudo que estes não poderão ultrapassar o patamar verificado nos aeródromos Classe IV para que a operação nessas localidades seja considerada segura.

A frequência ACD/DEP verificada nos aeródromos Classe IV no período de 2005 a 2009, foi de $1,88 \times 10^{-6}$ (0,188 acidentes para cada 100.000 decolagens ou 1 acidente para cada 531.047 decolagens). Para os aeródromos Classes I, II e III a frequência de acidentes foi de $1,78 \times 10^{-6}$ (0,178 acidentes para cada 100.000 decolagens ou 1 acidente para cada 560.456 decolagens), praticamente o mesmo patamar verificado para o grupo Classe IV, conforme Tabela 4.

TABELA 4 - Acidentes ponderados pelas decolagens em aeródromos

EVENTOS / ANO	AERÓDROMOS CLASSE IV					
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Decolagens Aeronaves Regulares (DEP)	469.906	487.584	522.837	544.710	630.200	751.540
Acidentes Aeronáuticos (ACD)	0	1	2	1	1	0
Frequência Relativa (ACD/DEP)	0	$2,05 \times 10^{-6}$	$3,83 \times 10^{-6}$	$1,84 \times 10^{-6}$	$1,59 \times 10^{-6}$	0
Frequência Relativa Média (ACD/DEP)	$1,88 \times 10^{-6}$					
1 ACD/DEP	531.047					
ACD/100.000 DEP	0,188					
	0,170					
EVENTOS / ANO	AERÓDROMOS CLASSE I, II, III					
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Decolagens Aeronaves Regulares (DEP)	97.396	104.881	117.211	117.870	123.099	141.850
Acidentes Aeronáuticos (ACD)	0	0	0	1	0	1
Frequência Relativa (ACD/DEP)	0	0	0	$8,48 \times 10^{-6}$	0	$7,05 \times 10^{-6}$
Frequência Relativa Média (ACD/DEP)	$1,78 \times 10^{-6}$					
1 ACD/DEP	560.456					
ACD/100.000 DEP	0,178					
	0,331					

Fonte: ANAC/SRE/CENIPA (2010)

Contudo, analisando-se comparativamente, apesar dos escassos dados disponíveis relativos à movimentação de aeronaves, verifica-se na série histórica que nos 5 anos seguintes (2006 a 2010) houve uma queda na frequência de acidentes nos aeródromos Classe IV, sendo obtido o valor de $1,70 \times 10^{-6}$ (0,17 acidentes para cada 100.000 decolagens ou 1 acidente para cada 587.374 decolagens) enquanto que para o grupo de aeródromos Classes I, II e III verificou-se um aumento expressivo na frequência de acidentes, passando a $3,31 \times 10^{-6}$ (0,331 acidentes para cada 100.000 decolagens ou 1 acidente para cada 302.455 decolagens).

Isso significa que o potencial de acionamento do SESCINC nos aeródromos de menor movimento operacional aumentou 85,30%, ao contrário do que se esperava, e ficou acima do patamar verificado nos aeródromos Classe IV para 2009.

Esse dado sugere que a flexibilização implementada na Res. 115/2009 de requisitos para aeródromos Classe I, II e III, assumida pela ANAC aumentando a quantidade de aeródromos de pequeno porte adequados a receber voos regulares de 51 para 112 e, conseqüentemente, a capilaridade e alcance do transporte aéreo no país representa um risco que se eleva cronologicamente e desbalancea o necessário equilíbrio segurança versus viabilidade econômica da operação.

Estas conclusões poderão ser mais bem verificadas com o aprimoramento do sistema de acompanhamento do desempenho de segurança operacional na aviação civil que a ANAC vem implementando.

5 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos na análise referente às etapas de HOTRAN negadas no Brasil em 2010 sugerem que não haja uma associação forte e direta de causa e efeito entre as restrições em infraestrutura colocadas pela legislação em vigor a concentração de mercado.

A falta de uma regra publicada pela ANAC, baseada em algum critério técnico, para eventual substituição das empresas aéreas exploradoras de mercados “saturados” no que diz respeito à segurança operacional cria uma espécie de reserva ou distorção de mercado.

A falta de definição por parte da ANAC dos níveis aceitáveis de segurança operacional (NASO) para as diversas áreas da aviação civil brasileira prejudica o

monitoramento da segurança operacional das atividades de infraestrutura aeroportuária dificultando a implementação racional e objetiva de medidas regulatórias/fiscalizatórias corretivas.

O potencial de acionamento do SESCINC nos aeródromos de menor movimento operacional aumentou 85,30%, ao contrário do que se esperava, e ficou acima do patamar verificado nos aeródromos Classe IV para 2009. Esse dado sugere que a flexibilização de requisitos para aeródromos Classe I, II e III, assumida pela ANAC, apesar de aumentar a capilaridade do transporte aéreo, representa um risco que se eleva cronologicamente e desbalancea o necessário equilíbrio segurança versus viabilidade econômica da operação.

A escassez de dados confiáveis de movimentação de aeronaves e acidentes aeronáuticos prejudicou a confiabilidade das análises, podendo ser melhor verificadas com o necessário aprimoramento do sistema de acompanhamento do desempenho de segurança operacional na aviação civil.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho visou verificar a influência no mercado e na segurança operacional relacionada à implantação de requisitos específicos relativos à infraestrutura aeroportuária de pequeno porte no Brasil. Para tanto buscou identificar a existência de uma relação de causa e efeito entre a legislação emitida pela Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC e os índices verificados de concentração de mercado para 2010 e a frequência de acidentes aeronáuticos ocorridos no período de 2005 a 2010. Concluiu que o mercado não é afetado significativamente pela norma estudada (Res. ANAC 115/2009) e que a ANAC assume um risco indevido ao flexibilizar requisitos relativos à segurança operacional nas localidades observadas.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (Brasil). **Anuário Estatístico do Transporte Aéreo**. 2010

_____. **Normas para confecção e aprovação de Horário de Transporte – HOTRAN (IAC 1223)**. 2000.

_____. **Programa de segurança operacional específico da Agência Nacional de Aviação Civil (PSOE ANAC)**. 2009.

_____. **Resolução 115:** implantação, operação e manutenção do Serviço de Combate a Incêndios e Salvamento em aeródromos públicos civis (SESCINC). 2009.

_____. **Resolução nº 2:** alocação de horários de chegadas e partidas de aeronaves em linhas aéreas domésticas de transporte regular2006.

ARAGÃO, A. S. **Agências Reguladoras.** 2. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2009.

BARBETA, P. A. **Estatística aplicada às ciências sociais.** 6. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2006

BRASIL. Decreto nº 6.780. Aprova a Política Nacional de Aviação Civil (PNAC) e dá outras providências. 2009.

_____. Lei 11.182. Lei de Criação da ANAC. 2005.

CUNHA, D. **Fatores de Indução de Demanda por Transporte Aéreo no Brasil:** os efeitos do PIB, adensamentos populacionais e perfil do usuário. Universidade de Brasília, 2009

IBGE. **Produto Interno Bruto, Produto Interno Bruto per capita e população residente segundo as Grandes Regiões e Unidades da Federação.** 2008.

IPEA. **Infraestrutura Econômica no Brasil:** diagnósticos e perspectivas para 2025. 2010.

_____. **Nota Técnica nº 5:** aeroportos no Brasil: investimentos recentes, perspectivas e preocupações. 2011.

ORGANIZAÇÃO DE AVIAÇÃO CIVIL INTERNACIONAL. **Convenção de Aviação Civil Internacional.** OACI, 1944

_____. **Safety Management Manual (Doc 9859/AN460).** Montreal: OACI, 2006.

SANDRONI, P. **Novíssimo Dicionário de Economia.** São Paulo: Best Seller, 1999.

INFLUENCE ON THE MARKET AND SAFETY RESULTING FROM THE IMPLEMENTATION OF SPECIFIC REQUIREMENTS CONCERNING SMALL AIRPORT INFRASTRUCTURE IN BRAZIL

ABSTRACT: This study aims to assess the influence on the market and operational safety resulting from the implementation of specific requirements for small airport infrastructure in Brazil. For that purpose, it sought to identify the existence of a cause and effect relationship between the legislation issued by the National Civil Aviation Agency (ANAC) and the indexes of market concentration seen in 2010, as well as the frequency of aircraft accidents recorded during the period from 2005 to 2010 weighted by operational movement of aircraft in this group of airports.

KEYWORDS: Airport. Airport Infrastructure. Operational Safety.

DIAGNÓSTICO DE RIESGO AVIARIO EN UN AERÓDROMO DE UN ÁREA MEGADIVERSA DE PERÚ

Germán Marateo ¹

Pablo Grilli ²

Vanina Ferretti ³

Nancy Bouzas ⁴

Artigo submetido em 23/06/2011

Aceito para publicação em 29/08/2011

RESUMEN: La presencia de aves en aeropuertos y su entorno es muy peligrosa para la aviación civil y militar por riesgos de accidentes. Un programa de control y monitoreo de aves exitoso debe resultar de evaluaciones específicamente realizadas en cada sitio particular. El objetivo de este trabajo es realizar una diagnosis, a través de un método novedoso, del riesgo aviario en un aeródromo ubicado en la Amazonía peruana, y evaluar posibles medidas de control a mediano y largo plazo. Se realizaron muestreos continuamente de 5 minutos de observación, en 4 sectores del aeródromo, durante 3 días consecutivos en octubre de 2009 (504 muestras con 3 réplicas). En cada sector se registraron sitios atractivos, y actividades de alimentación, vuelo, descanso y nidificación; y se estimó la altura de vuelo de las aves en dos estratos: menos y más de 50 metros. Se clasificaron a las especies y/o grupos de acuerdo al grado de riesgo potencial para la aeronavegación, mediante un nuevo índice denominado IERA (Índice de Evaluación de Riesgo Aviario). Los grupos de especies más riesgosas para la aeronavegación fueron: Gallinazos, Loros, Golondrinas y Chorlos, representando el 66% de la abundancia promedio de aves. Éstos utilizaron diferencialmente los distintos sectores del aeropuerto, y tuvieron diferentes patrones temporales de actividad, y diferencias en el uso de ambientes y del espacio aéreo. El IERA funciona eficientemente como herramienta de diagnóstico de especies de aves potencialmente riesgosas para la aeronavegación. Recomendamos diferentes técnicas pasivas y activas para el control de aves en este aeródromo.

PALABRAS CLAVE: Aves. Aviación. Aeropuertos. Peligro aviario. Seguridad aérea.

1 INTRODUCCIÓN

Desde hace décadas, en todo el mundo, la presencia de grandes concentraciones de aves en torno a aeropuertos y aeródromos ha contribuido al

¹ Licenciado en Biología (Orientación Zoología) (1998) y Doctor en Ciencias Naturales (2009) por la Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Argentina. Actualmente trabaja en la cátedra Zoología III Vertebrados de la Fac.Cs.Nat. y Museo (UNLP), Argentina. gmarateo@yahoo.com

² Licenciado en Biología (Orientación Zoología) (2001) por la Fac.Cs.Nat. y Museo (UNLP), Argentina. Actualmente trabaja como técnico de la Dirección de Áreas Naturales Protegidas de la Provincia de Buenos Aires (OPDS), y en la Cátedra de Ornitología de la Fac.Cs.Nat. y Museo (UNLP), Argentina. pablogrilli@gmail.com

³ Licenciada en Ciencias Biológicas por la Universidad CAECE (1999), Argentina. Actualmente es directora de las consultoras Neoambiental en Argentina y Socioambiental en Perú. vferretti@neo-ambiental.com.ar

⁴ Licenciada en Biología (Orientación Zoología) (2009) por la Fac.Cs.Nat. y Museo (UNLP), Argentina. Actualmente trabaja como consultora ambiental independiente y para la Fac.Cs.Nat. y Museo (UNLP), Argentina. nancybouzas@hotmail.com

aumento de los riesgos en la aviación civil y militar (GODIN, 1994; SODHI, 2002; CLEARY; DOLBEER, 2005, MENDONÇA, 2009). En la actualidad el número de accidentes reportados con fauna silvestre se ha incrementado en forma sostenida (SODHI, 2002; THORPE, 2008, NOVAES; ALVAREZ, 2010).

Las altas concentraciones de algunas especies son las que ponen en peligro las operaciones de las aeronaves. Los aeropuertos representan zonas atractivas para algunas especies de aves que utilizan espacios abiertos y despejados. Adicionalmente, las estructuras edilicias y arboledas de variada altura, proveen recursos tales como alimento, sitios de nidificación y/o descanso (GODIN, 1994; FRONEMAN, 2000; SODHI, 2002).

Las bases de datos referidas a colisiones, de organizaciones como Transport Canada, la Administración Federal de Aviación de EUA (FAA), la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), y el Centro de Investigación y Prevención de Accidentes Aeronáuticos de Brasil (CENIPA), muestran que la mayor parte de los incidentes se producen en horas del día. Aproximadamente el 54% de las colisiones en la aviación militar y el 90% en la aviación civil se producen sobre la pista o en el entorno inmediato (SMITH, 1986; NEUBAUER, 1990; CLEARY et al., 1999; NOVAES; ALVAREZ, 2010). Dolbeer (2006) concluyó que el 74% de los accidentes aéreos por aves se produjeron a menos de 150m de altura.

Aunque la colisión de un ave con una aeronave no cause pérdidas humanas, en la mayoría de los casos se producen daños materiales de consideración (CLEARY; DOLBEER, 2005). Por ello, los organismos internacionales reconocieron la importancia de poner en funcionamiento planes de manejo en aquellos aeropuertos o aeródromos donde el riesgo aviario sea un factor importante. La experiencia acumulada a lo largo de varios años y en diferentes sitios de todo el mundo, indica que existe una amplia variedad de estos planes, dado que cada uno de los aeropuertos donde se aplican representa una situación particular. Por ello un programa de control y monitoreo exitoso debe resultar de evaluaciones específicamente realizadas en cada sitio particular (CLEARY; DOLBEER, 2005).

Las especies de aves que representan un riesgo más alto para las aeronaves son aquellas de mayor masa corporal, debido a las mayores fuerzas de impacto (DOLBEER et al., 2000). Las gaviotas, algunas rapaces y los gallinazos están entre las especies más riesgosas en aeropuertos (DOLBEER et al., 2000; KRUPKA, 2000; THORPE 2008; NOVAES; ALVAREZ, 2010). La forma en que se califica el riesgo

aviario de un aeropuerto a otro suele variar significativamente.

El objetivo de este trabajo es realizar una diagnosis, a través de un método novedoso, del riesgo aviario en el aeródromo de la Planta de Gas Las Malvinas, ubicada en la cuenca del Bajo Urubamba, en la Amazonía de Perú, y evaluar posibles medidas de control a mediano y largo plazo. De acuerdo a lo informado por la empresa operadora, dos incidentes entre aeronaves y aves motivaron el estudio que se presenta en este trabajo: 1) 18 de Diciembre de 2008, impacto de ave en el borde de ataque derecho de una aeronave Hércules. Consecuencia: daño mayor. 2) 3 de Febrero de 2009, impacto de ave en pleno ascenso a una milla del aeródromo con una aeronave Metroliner. Consecuencia: daño mayor.

2 MÉTODOS

2.1 Área de Estudio

El trabajo se desarrolló en el aeródromo de la Planta de Gas Las Malvinas (APGM), en el Distrito Echarate, Provincia de la Convención, Departamento del Cuzco, Perú (115117.48"S - 725623.02"W) (Fig. 1). La Planta tiene una superficie aproximada de 135ha y se encuentra instalada sobre un antiguo terreno de chacras, sobre la margen oriental del río Urubamba.

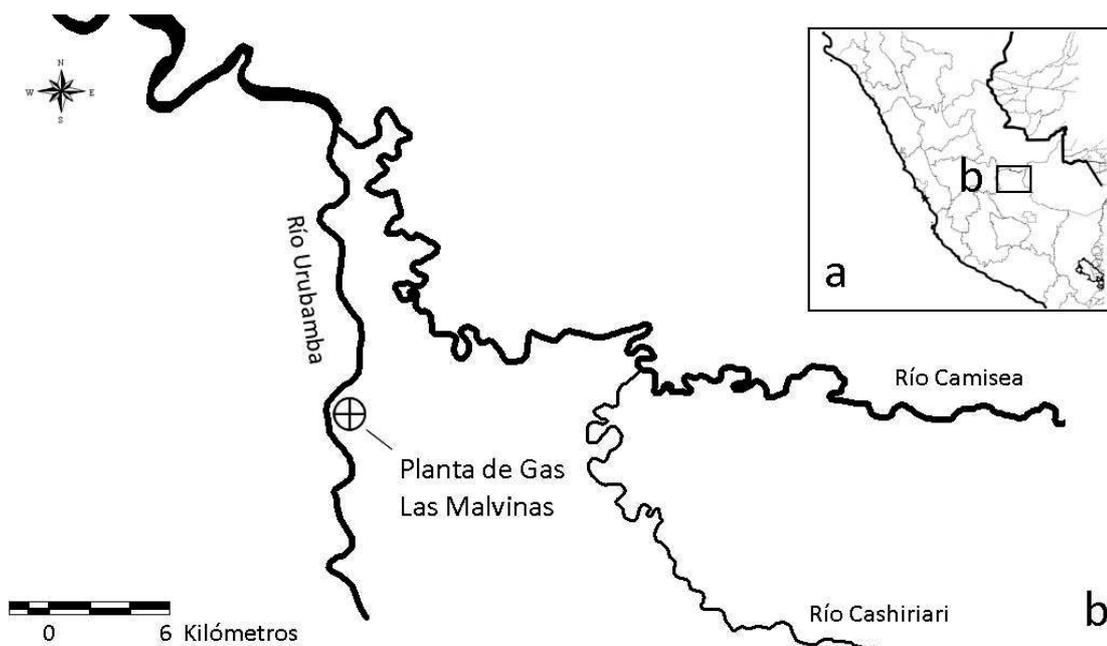


FIGURA 1 - Ubicación general de la zona de estudio en Perú (a), y de la Planta de Gas Las Malvinas (b). Fuente: elaborado pelos autores.

Los ecosistemas circundantes se encuentran parcialmente alterados, con ausencia de árboles de gran porte y la existencia de áreas abiertas cubiertas por arbustos. Se desarrolla un importante bosque ribereño con algunos elementos arbustivos, gramíneas y bambú, y playas sobre la margen del río Urubamba. Dentro del perímetro del APGM ocurren pastizales inducidos de altura variable, y sectores bajos y planos que favorecen la acumulación de agua. Se pueden hallar árboles y pequeñas arboledas aisladas, y tanto en el entorno inmediato como dentro del perímetro, se localizan distintos cursos de agua. La kudzu (*Pueraria phaseoloides*), una enredadera introducida, ha logrado ocupar e invadir varios sectores de la planta, en especial los alrededores de la pista de aviación.

Este conjunto de ambientes y su entorno de bosques de selva en muy buen estado de conservación hace posible la existencia de una riqueza de aves muy elevada (más de 600 especies), comparable a la registrada en zonas de alta diversidad como el Parque Nacional Manu (SOAVE et al., 2007). El APGM está casi totalmente desprovisto de vegetación nativa, y resulta un polo de atracción para algunas aves que se asocian a zonas modificadas, como las rapaces que buscan corrientes ascendentes de aire (térmicas) para planear, y las playeras que se encuentran en las zonas abiertas.

La pista de aviación tiene una longitud de 1650m de largo y 30m de ancho, con superficie de rodadura de grava compactada, y se encuentra flanqueada por distintos edificios (hangares, oficinas, salas de espera, etc.) y en contacto con un helipuerto de 10m x 10m, de losa de concreto (Fig. 2). Las operaciones aéreas sólo se realizan en horarios diurnos y bajo reglas de vuelo visual. En promedio, las operaciones aéreas en el mes suman 8807, con 284 operaciones diarias. Se realizan vuelos de carga y de transporte de pasajeros, y los tipos más frecuentes de aviones son: BAE-146-100/200, Metroliner III, Piper PA-42, Beechcraft B-1900/B-1900D, Astra 1125, Cessna 208, Antonov AN-26/32, Hercules L-100. Tipos más frecuentes de helicópteros: MI-17, Chinook BV-23, Sikorsky S-61, Bell 214/204, AS350 B2/B3.

2.2 Estudio de La Avifauna

Se realizaron muestreos de campo durante 3 días consecutivos, con la participación de 4 observadores, entre los días 14 y 16 de octubre de 2009. Se delimitaron 4 sectores de muestreo, relevados de manera simultánea: cabecera 17

(norte), antena VOR (zona central), cabecera 35 (sur) y helipuerto (Fig. 2). Los observadores fueron rotados entre sectores durante los 3 días de muestreo. Se efectuaron muestreos continuos de 5 minutos de observación por sector, entre las 07:00 y las 17:30hs. Cada muestra quedó compuesta por todos los individuos de todas las especies de aves registradas durante cada uno de los 5 minutos de observación por sector. Cuando las especies no pudieron ser reconocidas, los registros se incluyeron en grupos (Gallinazos, *Coragyps atratus* y *Cathartes* sp., Chorlos, Paseriformes pequeños, etc.). En cada sector seleccionado se registró la existencia de sitios atractivos, nidos, y actividad general de las aves: alimentación, vuelo, descanso, etc. Además, se estimó la altura de vuelo de las aves en dos niveles o estratos: menos de 50 metros y más de 50 metros.



FIGURA 2 - Imagen satelital de la pista de aterrizaje y helipuerto del APGM mostrando los sectores de muestreo de aves. Fuente: adaptada de Google Earth, 2009.

2.3 Clasificación de La Avifauna según su riesgo potencial para La Aeronavegación

Una vez realizados los muestreos, se procedió a la clasificación de las especies y/o grupos de especies, de acuerdo al grado de riesgo potencial para la aeronavegación. Si bien existen algunos antecedentes que plantean una categorización de especies según el riesgo con una buena mención de los criterios adoptados (e.g. DOLBEER et al., 2000), son escasos los trabajos que abordan de una manera sistemática la elaboración de este tipo de ordenamientos en Sudamérica (ver GUEDES et al., 2010).

En este trabajo, introducimos un sistema de categorización de especies que se basa en una serie de atributos o variables propias de cada una, y es una modificación del sistema SUMIN adoptado para la categorización de especies según su grado de amenaza o estado de conservación (RECA et al. 1994).

El método original trabaja sobre la base de 12 variables que representan factores importantes para la supervivencia de las especies. Cada una de las variables asume valores numéricos dentro de un rango determinado; los valores más altos corresponden a la situación más adversa o comprometida para la especie. Una vez que cada especie cuenta con los estados de variable, se realiza una sumatoria que termina definiendo el valor de SUMIN para cada especie. De esta manera, las especies que reciban los mayores valores de SUMIN serán aquellas con una mayor necesidad de conservación. Cuando una variable no se conoce en relación a una especie determinada, se utiliza el signo de interrogación (“?”).

En este estudio utilizamos el SUMIN como base para la generación de un índice que denominamos IERA (Índice de Evaluación de Riesgo Aviario), porque cuenta con ciertas ventajas operativas, ya que es un método práctico, que recurre a información básica sobre las especies, mayormente disponible en trabajos bibliográficos o en observaciones personales; su aplicación es simple y rápida; y es adaptable a diferentes situaciones y grupos taxonómicos.

El índice IERA fue utilizado para conocer el grado de riesgo para las operaciones aeronáuticas, considerando entonces que un alto valor corresponde a un mayor nivel de riesgo y un valor más bajo se asocia a niveles menores de riesgo. Se definieron 8 variables, que se describen a continuación con sus respectivos estados de variable (Apéndice):

1. ABUNDANCIA (ABU): Se asume que una especie más común o frecuente representa un riesgo mayor que una más rara. Siguiendo los procedimientos sugeridos por Acosta y Murúa (1998, 1999) para la categorización de especies según su estado de conservación, y con pocas modificaciones, los límites entre las categorías de abundancia fueron establecidas por medio del cálculo del promedio (4,85) y el desvío estándar (2,82) de las abundancias relativas obtenidas por los muestreos de campo (calculadas como el número de individuos totales registrados/el total de muestras obtenidas).

- 0: rara. Corresponde a todas las especies con un valor de abundancia relativa menor al promedio.
- 1: común. Corresponde a todas las especies con un valor de abundancia relativa ubicado entre el promedio y el promedio + un desvío estándar.
- 2: abundante. Corresponde a todas las especies con un valor de abundancia mayor al promedio + un desvío estándar.

2. TAMAÑO CORPORAL (TAM): Se asume que un ave de mayor tamaño reviste un riesgo mayor para las aeronaves que una de menor tamaño.

- 0: menos de 100 gramos de masa corporal.
- 1: entre 100 y 500 gramos de masa corporal.
- 2: más de 500 gramos de masa corporal.

3. GRADO DE AGREGACIÓN (AGR): Se asume que aquellas especies que tengan hábitos gregarios y se muevan en bandadas son más peligrosas que las que no tienen este comportamiento.

- 0: solitarios, en parejas o en grupos de menos de 5 individuos.
- 1: grupos de entre 5 y 50 individuos dispersos.
- 2: grupos de entre 5 y 50 individuos compactos.
- 3: grupos de más de 50 individuos.

4. USO DEL ESPACIO VERTICAL (VERT): Los avistajes se remitieron a 3 categorías de altura: a nivel del suelo, hasta 50 metros de altura y a más de 50 metros de altura. Se asume que aquellas aves que utilizan generalmente un único estrato vertical son menos peligrosas que las que hacen generalmente uso de más de uno.

- 0: usa generalmente un único estrato.
- 1: usa generalmente dos estratos.
- 2: usa generalmente los tres estratos.

5. USO DE SECTOR (SECT): Se asume que aquellas aves que se encontraron en un único sector son menos peligrosas para la aeronavegación que las que ocupan más de uno (los sectores fueron definidos más arriba).

- 0: usa un único sector.
- 1: usa dos o tres sectores.
- 2: usa cuatro o más sectores.

6. USO DE AMBIENTE (AMB): Se asume que aquellas especies que aprovechan varios tipos ambientales son potencialmente más peligrosas que las que se relacionan a un único ambiente. Se definieron tres tipos ambientales principales: pista, pastizal y arboleda.

- 0: usa un único ambiente.
- 1: usa dos de los ambientes.
- 2: usa tres o más ambientes.

7. RIESGO DE USO DE SECTOR (RISECT): En función del riesgo potencial que puede representar la presencia de las aves en ciertos sectores, se definieron las zonas más problemáticas de la siguiente manera:

- 0: se vió en el sector intermedio.
- 1: se vió en el helipuerto.
- 2: se vió en las cabeceras de pista.

8. ANTECEDENTES DE INCIDENTES (INCI): Se asume que aquellas especies que hayan sido reportadas, de cualquier forma o a través de cualquier medio, como intervinientes en un incidente o accidente aéreo son más peligrosas que aquellas que no cuentan con estos antecedentes.

- 0: no existen antecedentes de ningún tipo.
- 1: existen antecedentes bibliográficos o comentarios personales en otras áreas.
- 2: existen antecedentes bibliográficos, comentarios personales en zonas cercanas (Pucallpa, Iquitos, Puerto Maldonado, etc.), o en el mismo APGM.

Para la mayor parte de las variables se empleó la información obtenida en el campo durante el trabajo de relevamiento, sin embargo, algunos aspectos fueron complementados con la información aportada por obras generales (ISLER; ISLER, 1987; RIDGELY; GREENFIELD, 2001; HILTY; BRONW, 1986; del HOYO et. al, eds., 1992, 1994, 1996, 1997, 2001, 2002, 2003, 2004; RIDGELY; TUDOR, 1989, 1994; RODRÍGUEZ MATA et al., 2006; SCHULENBERG et al., 2007).

Conocidas así las especies o grupos de especies más problemáticos (las que obtuvieron un valor IERA más elevado), se realizaron análisis puntuales sobre ellas. Varias de estas especies pertenecen al mismo grupo sistemático (Orden o Familia) y poseen similares características bioecológicas (ej. hábitat, alimentación, modo de vida, nidificación, patrones de actividad diaria, etc.), por lo tanto fueron agrupadas para los análisis de abundancias en 4 grupos principales:

1. Gallinazos (Familia Cathartidae): incluye a las especies *Cathartes aura*, *C. melambrotos* y *Coragyps atratus*.
2. Loros y afines (Familia Psittacidae): incluye a *Aratinga leucophthalma*, *Brotogeris ssp.*, *Pionus menstruus*, *Ara severus*, *Propyrrhura couloni* y *Forpus ssp.*

3. Golondrinas (Familia Hirundinidae): incluye a *Stelgidopteryx ruficollis*, *Pygochelidon cyanoleuca*, *Progne chalybea*, *Hirundo rustica*, *Atticora fasciata* y *Tachycineta albiventer*.
4. Chorlos (Orden Charadriiformes): incluye a *Tringa solitaria*, *T. flavipes*, *Bartramia longicauda*, *Charadrius collaris*, *Pluvialis dominica* y *Actitis macularia*.

2.4 Análisis de Datos

Se realizaron análisis de las abundancias de los cuatro grupos de aves identificados, considerando dos escalas espaciales: el aeropuerto en su totalidad y por sector (cabecera 17, antena VOR, cabecera 35 y helipuerto) (Fig. 2). Estos análisis fueron realizados con el objetivo de tener una aproximación del riesgo aviar potencial en todo el aeropuerto y de cada uno de los sectores.

Se analizó el uso de hábitat por parte de los cuatro grupos principales de aves, con la finalidad de determinar los ambientes más atractivos para las mismas. Para ello fueron definidos 4 ambientes: pastizal, arboledas, pista de aterrizaje (incluye al helipuerto) y aire (uso del espacio aéreo).

Con la finalidad de evaluar las variaciones temporales a lo largo del día de la abundancia de los principales grupos de aves, se realizaron análisis de las diferencias horarias de la abundancia y de la frecuencia de cada grupo. La frecuencia se determinó como el número de muestras sumadas por cada sector en que se registró cada grupo por franja horaria.

Cada muestra de 5 minutos (ver ítem 2.2) en un horario determinado tuvo 3 réplicas temporales (3 días), y para los análisis se tuvieron en cuenta los promedios de cada muestra entre los 3 días. Se analizaron las abundancias máximas y las abundancias máximas promedio, ya que representan más fielmente el grado de peligrosidad potencial para las operaciones de las aeronaves que las abundancias promedio.

Para los análisis horarios se agruparon todas las muestras pertenecientes a la misma franja horaria por cada hora de muestreo, obteniéndose 12 muestras de 5 minutos por sector.

3 RESULTADOS

Se obtuvieron 504 muestras con tres réplicas (=12 muestras/sector/hora x 10,5horas muestreo/día= 126 muestras/sector/día x 4 sectores= 504 muestras/día x 3 días (réplicas)= 1512 muestras totales).

3.1 Especies potencialmente más peligrosas

De acuerdo a los valores del IERA, dos especies de Gallinazos resultaron ser las especies potencialmente más peligrosas para las operaciones aéreas en el APGM, seguidos por diferentes especies o grupos de Loros y Golondrinas (Apéndice A).

Las variables que más aportaron al IERA fueron el tamaño corporal, el uso de hábitat y de sector. En el caso de los Gallinazos, se tiene en cuenta también que se han registrado incidentes en otros aeropuertos, incluso en zonas de características ambientales similares.

3.2 Análisis de los grupos más abundantes

Los 4 grupos de estudio más abundantes (Gallinazos, Loros, Golondrinas y Chorlos) representaron en conjunto el 39% del IERA total.

El grupo de las Golondrinas fue el más abundante, seguidas por los Loros, los Gallinazos y los Chorlos respectivamente, representando en conjunto el 66% de la abundancia promedio de aves (Gráfico 1).

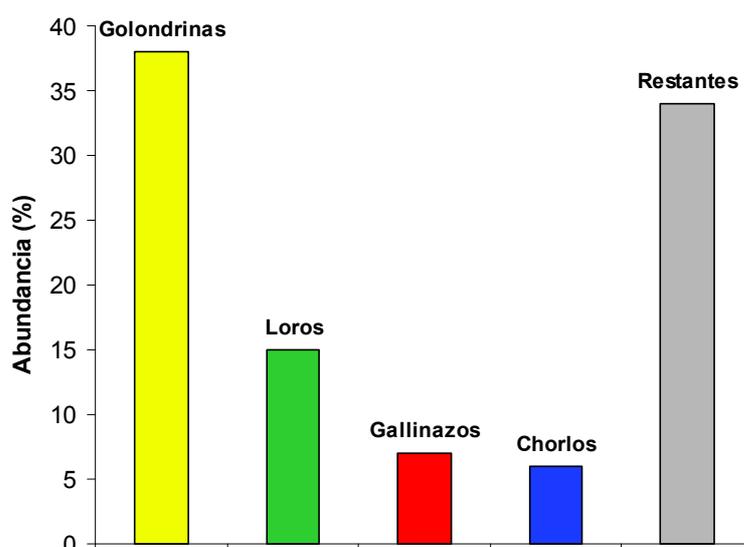


GRÁFICO 1 - Abundancia promedio para tres días de estudio consecutivo (N= 126 muestras por día) de los cuatro grupos de aves más abundantes del aeródromo de la Planta de Gas Las Malvinas.

Las especies de Golondrinas más comunes y abundantes fueron *Stelgidopteryx ruficollis* y *Pygochelidon cyanoleuca*. Los Loros más comunes y abundantes fueron *Aratinga leucophthalmus* y *Brotogeris* ssp., y en menor medida *Pionus menstruus*. *Cathartes aura* fue la especie más abundante del grupo de los Gallinazos, luego *Coragyps atratus*, y por último *Cathartes melambrotus*, que si bien fue común, no fue tan abundante como las primeras. Entre los Chorlos las especies más comunes y abundantes fueron *Tringa solitaria* y *T. flavipes*.

Al igual que la abundancia promedio, los máximos promedio diarios registrados para los 4 grupos de estudio fueron mayores para las Golondrinas, aunque en este caso los Loros tuvieron máximos promedios muy similares a aquellas. Los Gallinazos tuvieron máximos promedio de abundancia menores y los chorlos tuvieron valores muy bajos de esta variable (Gráfico 2).

Sin embargo, cuando se analizaron los máximos absolutos registrados se observó que los Loros tuvieron el mayor valor (83 individuos), seguidos por las Golondrinas (75 individuos), los Gallinazos (37 individuos) y los Chorlos (11 individuos). El máximo absoluto registrado de aves (todas las especies en conjunto) en todo el aeropuerto en un momento dado fue de 111 individuos.

El análisis por sectores del APGM reveló que la cabecera 35 (sur) y el helipuerto tuvieron las mayores abundancias de aves (promedio máximo diario), considerados los cuatro grupos más abundantes en conjunto. Mientras que la cabecera 17 (norte) y la zona media de la pista (antena VOR) tuvieron valores de abundancia menores y similares entre sí (Gráfico 3).

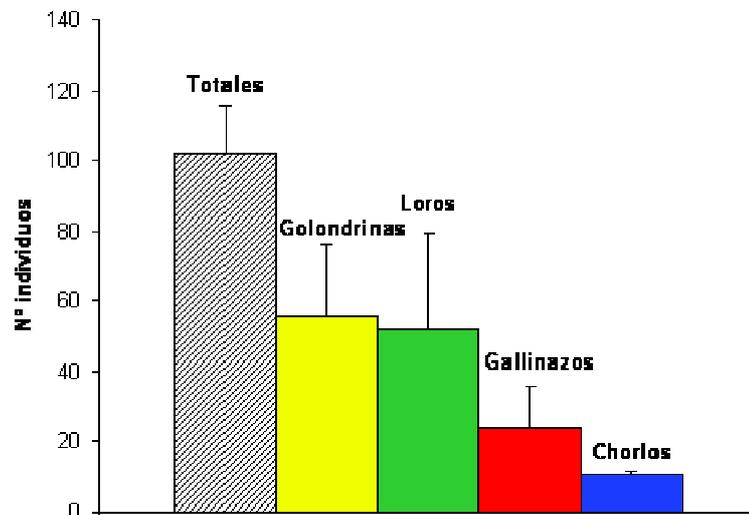


GRÁFICO 2 - Promedio máximo diario (+Desvío Estándar), para tres días de estudio consecutivo, de la abundancia total y de los cuatro grupos de aves más abundantes del aeródromo de la Planta de Gas Las Malvinas.

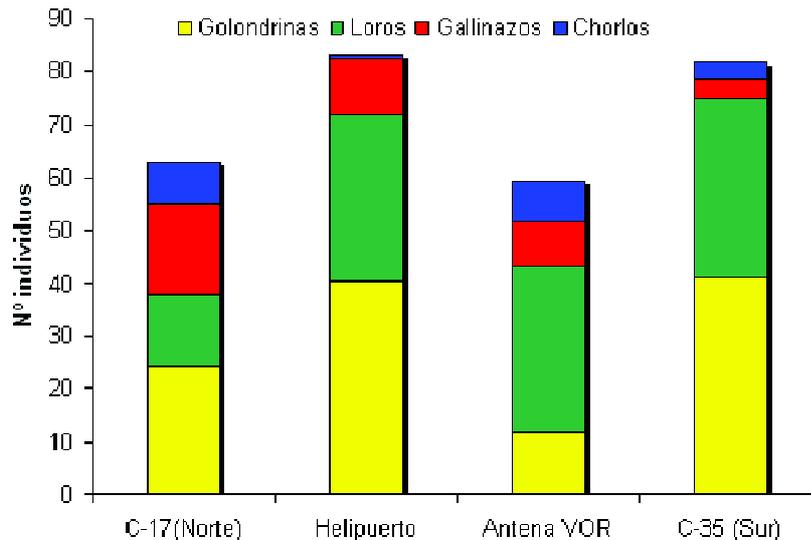


GRÁFICO 3 - Promedio máximo diario por sectores, para tres días de estudio consecutivo, de la abundancia de los cuatro grupos de aves más abundantes del aeródromo de la Planta de Gas Las Malvinas.

Sin embargo, no todos los grupos usaron los diferentes sectores del aeropuerto de la misma manera. Las Golondrinas tuvieron mayores máximos promedio diarios de abundancia en los sectores del helipuerto y de la cabecera 35, haciendo un menor uso de la zona intermedia de la pista (antena VOR). Los Loros fueron más abundantes en la zona intermedia (antena VOR), en la cabecera 35 y en el helipuerto. Los Gallinazos tuvieron máximos diarios más elevados en la cabecera 17, con valores menores y similares entre sí en los sectores del helipuerto y de la antena VOR, registrándose abundancias máximas muy bajas en la cabecera 35. Por último, los Chorlos tuvieron abundancias máximas muy bajas en todos los sectores, con los mayores valores registrados en la cabecera 17 y en la antena VOR, y prácticamente no registrándose en el sector del helipuerto (Gráfico 3).

3.3 Uso de Ambientes

Los tres grupos potencialmente más peligrosos para las operaciones aéreas (Gallinazos, Loros y Golondrinas) utilizaron mucho más el espacio aéreo del aeropuerto que los distintos ambientes del mismo. Es decir, se los registró volando más que posados, alimentándose o nidificando. Esto se reflejó tanto en las abundancias máximas como en la frecuencia de registros (Gráfico 4).

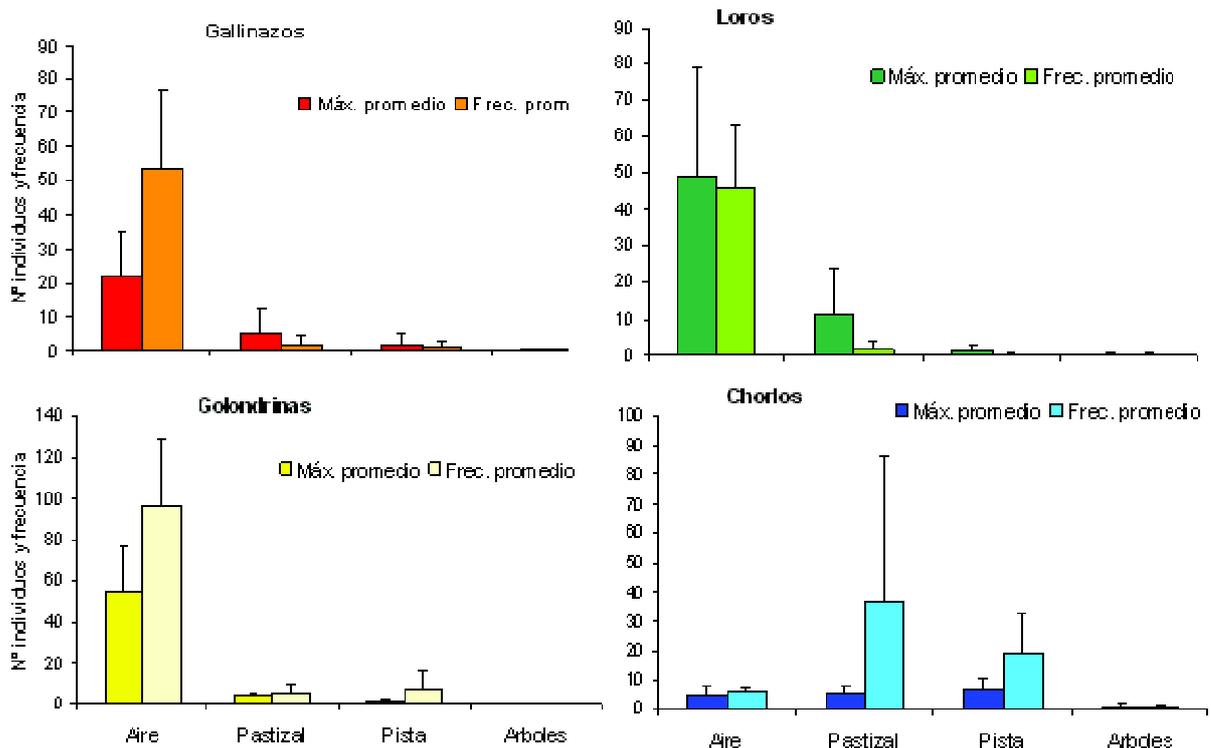


GRÁFICO 4 - Promedio máximo y frecuencia promedio diarios por ambientes (+Desvío Estándar), para tres días de estudio consecutivo, de los cuatro grupos de aves más abundantes del aeródromo de la Planta de Gas Las Malvinas.

El promedio máximo y el máximo absoluto de Golondrinas (55 y 75 individuos respectivamente) y de Loros (83 y 49 individuos respectivamente) en vuelo fueron mayores que el de los Gallinazos (22 y 37 individuos respectivamente).

Los máximos y las frecuencias de altura de vuelo de estos tres grupos revelaron que los Gallinazos y Loros sobrevuelan el aeropuerto generalmente a alturas mayores a los 50m, mientras que las golondrinas lo hacen generalmente a alturas menores a 50m (Gráfico 5).

Los Chorlos, por otro lado, tuvieron abundancias máximas similares tanto en la pista de aterrizaje como en el pastizal y en el aire, pero utilizaron mucho más frecuentemente el pastizal y luego la pista, siendo menos frecuentes en vuelo (Gráfico 4) y a alturas menores de 50m (Gráfico 5).

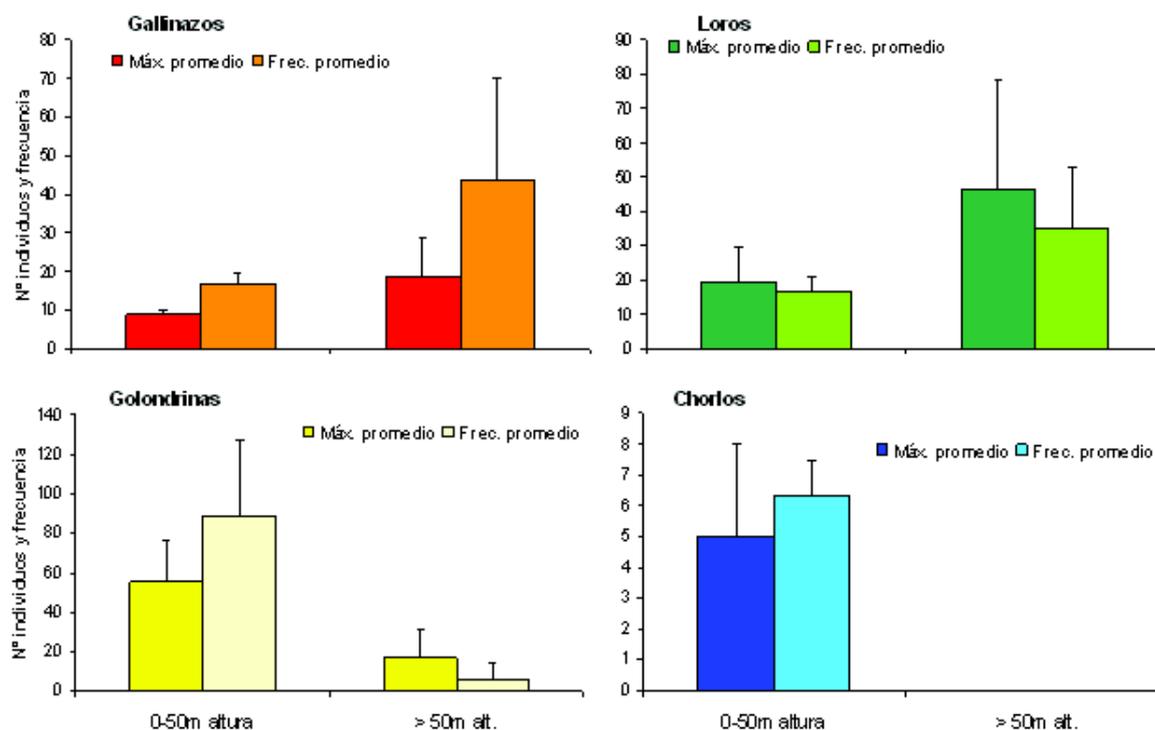


GRÁFICO 5 - Promedio máximo y frecuencia promedio diarios por altura de vuelo (+Desvío Estándar), para tres días de estudio consecutivo, de los cuatro grupos de aves más abundantes del aeródromo de la Planta de Gas Las Malvinas.

3.4 Análisis Horarios

Los Gallinazos tuvieron períodos máximos de actividad entre las 09:00 y las 15:00hs, con números máximos de individuos al comienzo y al final de ese período (Gráfico 6).

Los Loros y las Golondrinas, en cambio, tuvieron períodos de actividad más marcados durante las primeras horas de la mañana (entre las 07:00 y las 10:00hs para los Loros y entre las 07:00 y las 11:00hs para las Golondrinas), siendo relativamente baja la actividad durante el resto del día. Las abundancias máximas se hallaron durante la primera hora (07:00 a 08:00hs) en ambos grupos. Las abundancias máximas de loros aumentaron nuevamente entre las 14:00 y las 16:00hs, mientras que la de las Golondrinas lo hicieron levemente durante la última media hora (17:00 a 17:30hs) (Gráfico 6).

El período de actividad de los Chorlos fue principalmente durante las primeras dos horas de la mañana (07:00 a 09:00hs) y la primera parte de la tarde. Un patrón horario similar se observó en las abundancias máximas, aunque algo más acotadas en el tiempo, y con los mayores valores entre las 12:00 y las 15:00hs (Gráfico 6).

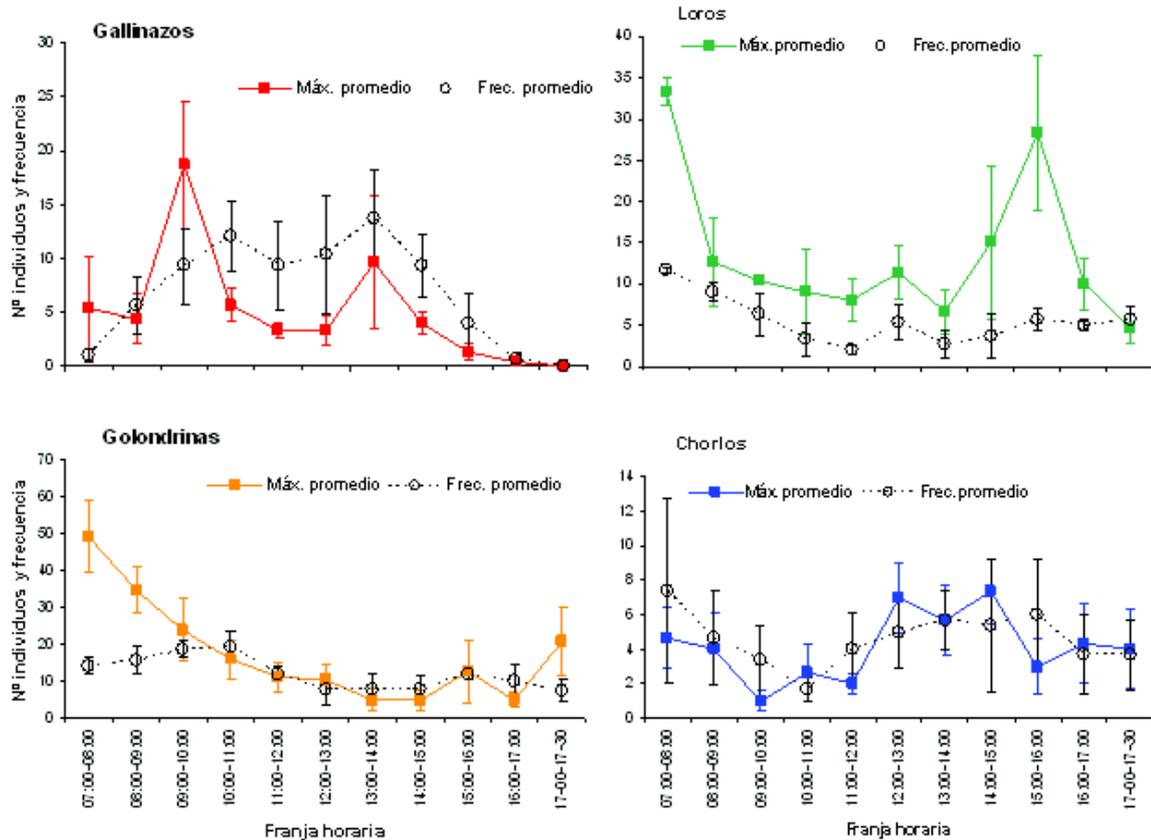


GRÁFICO 6 - Promedio máximo y frecuencia promedio diarios por hora de muestreo (\pm Error Estándar), para tres días de estudio consecutivo, de los cuatro grupos de aves más abundantes del aeródromo de la Planta de Gas Las Malvinas.

3.5 Otros Resultados

Los hangares fueron utilizados como posaderos, y los alrededores como zona de alimentación por golondrinas. También sus estructuras fueron utilizadas como sitios de nidificación por al menos 2 parejas de Golondrinas y varios individuos de *Tyrannus melancholicus*.

Las pequeñas charcas temporarias que se forman después de un período de lluvia pueden atraer a ciertas aves. Varias de las especies de Chorlos fueron encontrados asociados a las charcas o sus cercanías, cerca de la pista de aterrizaje.

En varias oportunidades se registraron garzas (principalmente *Egretta thula*) cruzando la pista de aterrizaje en vuelo bajo. Nunca se observaron más de 6 individuos de la especie en todo el aeropuerto, pero por su porte son potencialmente peligrosas para la aeronavegación. Utilizaron principalmente el pastizal de los alrededores de la pista para descansar y fundamentalmente para alimentarse durante la mañana del 14 de octubre, luego de la lluvia del día anterior.

Durante los días 14 y 15 de octubre se registraron 3 individuos de *Anhima*

cornuta durante todo el día utilizando los árboles del bosque como sitios de descanso y los pastizales y el canal que recorre la pista como sitios de alimentación.

Se registraron hasta 5 ejemplares de *Ictinia plumbea* en todos los sectores del aeropuerto, en los tres días de muestreo y durante todo el día, alimentándose de insectos en el aire en los dos estratos aéreos muestreados. Si bien no fue una especie muy abundante, por su porte y comportamiento es potencialmente peligrosa para las operaciones aéreas.

Otra especie que tuvo una elevada puntuación IERA fue *Crotophaga ani*. Se registró a un grupo de entre 4 y 18 individuos utilizando las arboledas bajas y el pastizal, tanto para descansar como para alimentarse. También se los observó atravesando la pista de aterrizaje en sus desplazamientos, a una altura menor de 50m.

Por último, cabe señalar que varias especies de aves, principalmente Passeriformes (pájaros), utilizaron pequeños arbustos de los alrededores de la pista como perchas.

4 CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

La elaboración de un método de categorización de especies según su riesgo para la aeronavegación, resultó eficiente, según lo observado en este trabajo. Los valores IERA calculados para las especies y grupos de especies están en concordancia con la amplia bibliografía sobre la temática, que diagnostican a las especies con mayor masa corporal, alta abundancia y mayor grado de agregación como las más riesgosas para la aeronavegación. Complementariamente, las variables sobre uso de hábitat y de los diferentes sectores del aeropuerto, las cuales deben obtenerse directamente en el campo, a partir de un cuidadoso y exhaustivo muestreo, y el conocimiento sobre los incidentes de las especies involucradas, aportan una gran información al valor final del IERA.

Claramente, según lo muestran las puntuaciones del IERA, los Gallinazos *Cathartes aura* y *Coragyps atratus* son las especies más preocupantes en la zona. Estas especies son relativamente abundantes, de gran porte, suelen agruparse en bandadas incluso mixtas, utilizan principalmente el espacio aéreo del aeropuerto, y son voladores lentos que prefieren el planeo al vuelo batido. Una experiencia de análisis en Estados Unidos, Blackwell & Wright (2006), demostró que el 99% de los

accidentes con estas especies ocurrieron durante las horas del día, mientras que algo más del 90% ocurrieron por debajo de los 600m, 49% por debajo de los 150m y 29% por debajo de los 30m de altura. Resultados similares fueron encontrados para varios aeropuertos de Brasil (NOVAES; ALVAREZ, 2010). El rango promedio de vuelo de estas especies se encuentra entre los 55 y los 280m (DeVAULT et al., 2005). En el APGM, los Gallinazos fueron más abundantes y volaron más frecuentemente por encima de los 50m de altura. Además, *C. atratus* cuenta con antecedentes de incidentes para al menos tres aeropuertos de Perú (Lima, Iquitos y Chiclayo). Todas estas características las vuelven potencialmente peligrosas por riesgos de colisiones con aviones y helicópteros.

Los Loros y afines fueron el segundo grupo en importancia, debido principalmente a *Aratinga leucophtalmus* y *Brotogeris* ssp., y si bien son más abundantes que los Gallinazos, son más pequeños y ágiles voladores, lo cual podría resultar en una mayor capacidad para evitar a los aviones y helicópteros cuando éstos se aproximan.

Las Golondrinas representan una amenaza potencial por sus abundancias, pero son aves de pequeño porte que pueden infligir, por ende, menores daños a los aviones y helicópteros, siendo además muy ágiles voladoras. Dicha consideración también vale para los Chorlos, que además de ser pequeños, fueron mucho menos abundantes y son menos activos que las golondrinas.

Egretta thula, *Anhima cornuta* e *Ictinia plumbea* son especies mucho menos abundantes en el aeropuerto, pero al igual que los gallinazos, por su porte son potencialmente peligrosas por colisiones con aeronaves.

El espacio aéreo fue el más utilizado por los principales grupos de aves (Gallinazos, Loros y Golondrinas), y el pastizal, la pista y sus cercanías en segundo término por otras especies potencialmente menos riesgosas (Chorlos, Garzas, Camungo, Garrapatero de pico liso).

De las zonas de pista más riesgosas, es decir las cabeceras, los análisis por sectores del aeropuerto mostraron que los Gallinazos utilizan más la cabecera 17, mientras que los Loros y las Golondrinas la cabecera 35.

El riesgo potencial de colisiones con aves se observó para todo el día de actividad del aeropuerto, pero con diferencias en los horarios de actividad de las especies y grupos más abundantes. Mientras que los Loros y Golondrinas son más activos y numerosos durante las primeras horas de la mañana y a la media tarde

(Loros) o durante la última hora de la tarde (Golondrinas), los Gallinazos son más activos y abundantes a partir de media mañana y hasta la media tarde. Es posible que los Loros pasen por el área en tránsito hacia las colpas cercanas al aeropuerto, comportamiento conocido para muchas especies de Psittácidos (del HOYO *et al.*, 1997), y que generalmente se realiza dos veces al día (a la mañana y a la tarde) lo cual coincide con los picos de abundancia máxima de paso de estas aves por el aeropuerto. Los Gallinazos, en cambio, usan las corrientes de aire ascendente (térmicas). Las Golondrinas tienen sus picos de actividad, al igual que la mayoría de los pájaros (Orden Passeriformes) coincidentes con las primeras y últimas horas del día.

En base a esto, se sugirieron medidas en el manejo de las operaciones, considerando la actividad horaria y los distintos sectores (ver más adelante).

Estas conclusiones se basan en los resultados obtenidos a partir de los muestreos de un período acotado de tiempo. Es importante considerar que probablemente estos patrones de abundancia, horarios de actividad, y uso de sectores y de ambientes, cambien a lo largo del año. Por ello resulta imprescindible llevar a cabo un programa de monitoreo periódico y permanente en el aeropuerto para poder responder de manera inmediata, a través de las medidas de control pertinentes, ante cualquier posible cambio en los patrones de abundancia y de actividad de la avifauna.

La implementación de planes de manejo de la vida silvestre efectivos, incluyendo técnicas pasivas y activas, conlleva a la reducción significativa de costos, riesgos y daños asociados a las colisiones (TRANSPORTATION IN CANADA, 2002; CLEARY; DOLBEER, 2005, MENDONÇA, 2009). Las técnicas pasivas hacen menos atractivas las áreas del aeropuerto para la fauna, mientras que las técnicas activas actúan directamente sobre las especies de fauna problema. Asimismo, es fundamental la implementación de un registro actualizado y permanente de los incidentes en los que intervienen aves (BARRAS; DOLBEER, 2000) y la capacitación del personal involucrado en el manejo de aeródromos y aeropuertos (MENDONÇA, 2009).

Un programa de control adecuado, eficiente y perdurable en el tiempo, requiere de la implementación de una variada gama de medidas de prevención y control, y del monitoreo tanto de las poblaciones de fauna involucradas como de la eficacia de las medidas de control adoptadas (GODIN, 1994; HYGNESTROM *et al.*,

1994; FALKER; BRITTINGHAM, 1998; SODHI, 2002; CLEARY; DOLBEER, 2005; MENDONÇA, 2009).

El uso del suelo, las modificaciones del paisaje y el tipo de hábitat, son factores clave que determinan la presencia en los aeropuertos de una especie o grupo de especies de fauna silvestre, y sus abundancias (KÜSTERS, 2000; BARRAS; SEAMANS, 2002). En este sentido, el mejor control a largo plazo es alcanzado a través del manejo del hábitat, aunque es imposible hacer un control total únicamente con este método, y en la mayoría de las situaciones debe combinarse con la remoción activa o la dispersión de las aves (BARRAS; SEAMANS, 2002).

En el APGM, hemos recomendado diferentes técnicas de manejo y control de aves, incluyendo técnicas pasivas y activas. Sugerimos la modificación del hábitat a través del manejo de la cobertura vegetal (GODIN, 1994; WASHBURN; SEAMANS, 2004); la eliminación de atractores a través del corte de arbustos de perchado, refugio y nidificación, y secado y rellenado de desniveles del terreno del pastizal para evitar la formación de charcas durante las lluvias (GODIN, 1994; BARRAS; SEAMANS, 2002; CLEARY; DOLBEER, 2005). Dentro de las técnicas de exclusión total y parcial, propusimos la modificación de las estructuras edilicias, mediante la instalación de “pinches” y tejidos de malla o redes en ventanas, techos, cornisas, etc., para evitar la nidificación o el descanso de algunas de las especies (GORENZEL; SALMON, 1994; CLEARY; DOLBEER, 2005); y el uso de filamentos y/o redes de obstrucción visual en el pastizal, como una medida complementaria al manejo de la cobertura vegetal (KNIGHT, 2000; DEACON, 2003).

Dentro de las técnicas activas, sugerimos la utilización del Falco Robot (BATTISTONI et al. 2008), herramienta novedosa que está siendo probada con éxito en varios aeropuertos de Europa y Sudamérica; la utilización de un dispositivo electrónico productor de sonidos (BOOTH, 1994; CLEARY; DOLBEER, 2005); la utilización de un cañón de gas (BOOTH, 1994; BARRAS; GODWIN, 2005; CLEARY; DOLBEER, 2005), probado con éxito en ambientes similares de selva (Aeropuerto de Iquitos), y un programa de control de nidos.

Complementariamente recomendamos medidas en el manejo de las operaciones, como variar el uso de las cabeceras para aterrizaje y despegue de aviones, de acuerdo a la actividad horaria de cada grupo de aves. La Cabecera 35 es más frecuentemente utilizada tanto para el aterrizaje como para el despegue. Sugerimos utilizar la Cabecera 17 más frecuentemente durante las primeras horas

de la mañana (de 07:30 a 09:00hs) y las últimas de la tarde (de 15:00 a 17:30hs), ya que es la cabecera que tiene menores abundancias de Loros y Golondrinas, y es durante ese tiempo que hay menos actividad y abundancia de Gallinazos. Entre las 09:00 y las 15:00hs sería recomendable utilizar más frecuentemente la Cabecera 35, que es el horario de mayor actividad de Gallinazos pero es la cabecera donde se registró la menor cantidad de éstos, y el horario de menor abundancia y actividad de Loros y Golondrinas. Estas medidas son definidas por las autoridades del aeródromo considerando su factibilidad respecto de las condiciones de vuelo requeridas.

Hay que tener en cuenta que estos patrones hallados podrían variar a lo largo del tiempo. Por ende este tipo de medidas resultarán efectivas con un monitoreo constante de los patrones de actividad espacial y temporal de las diferentes especies de aves problema.

AGRADECIMIENTOS

A Pluspetrol Perú Corporation SA por la financiación de este trabajo. A Thomas Valqui, Flor Brigitte Hernández Camacho y Luis Alberto Alza León (CORBIDI, Perú), por la colaboración en las tareas de campo. A Marcelo Gerardo Paz por la coordinación y logística. A Dora Susaníbar por el aporte de información.

REFERENCIAS

ACOSTA, J. C.; MURÚA F. Lista Preliminar y Estado de Conservación de los Reptiles del Parque Natural Ischigualasto, San Juan-Argentina. **Multequina**, n.7, p. 49-59, 1998.

_____.; _____. Lista Preliminar y Estado de Conservación de la Mastofauna del Parque Natural Ischigualasto, San Juan-Argentina. **Multequina**, 8: 121-129. 1999.

BARRAS, S. C.; DOLBEER, R. A. Reporting BIAS in bird strikes at John F. Kennedy International Airport, New York, 1979-1998. In: INTERNATIONAL BIRD STRIKE COMMITTEE MEETING, 25., 2000, Amsterdam. **Proceedings...** Amsterdam: IBSC, 2000.

_____.; SEAMANS, T. W. Habitat management approaches for reducing wildlife use of airfields. In: VERTEBRATE PEST CONFERENCE, 20. 2002. **Proceedings...** Univ. of Calif., 2002.

_____.; GODWIN, K. C. Controlling bird predation at aquaculture facilities: frightening techniques. **SRAC Publication**, n. 401. 2005.

BATTISTONI, V.; MONTEMAGGIORI, A.; IORI, P. Beyond falconry between tradition and modernity: a new device for bird strike hazard prevention at airports. In: INTERNATIONAL BIRD STRIKE COMMITTEE MEETING, 28., 2008, Brasília **Proceeding....** Brasilia: IBSC, 2008.

BLACKWELL, B. F.; WRIGHT, S. E. Collisions of Red-tailed Hawks (*Buteo jamaicensis*), Turkey Vultures (*Cathartes aura*), and Black Vultures (*Coragyps atratus*) with aircraft: implications for bird strike reduction. **Journal of Raptor Research**, 40: 76-80. 2006.

BOOTH, T. W. Bird dispersal techniques. In: HYGSTROM, S. E.; TIMM, R. M.; LARSON, G. E. (Ed.). **Prevention and Control of Wildlife Damage**. University of Nebraska-Lincoln. 1994.

CLEARY, E. C.; WRIGHT, S. E.; DOLBEER, R. A. **Wildlife strikes to civil aircraft in the United States 1990-1998**. Washington, D. C.: FAA, 1999.

_____.; DOLBEER, R. A. **Wildlife hazard management at airports**. 2. ed. Washington, D. C.: FAA, 2005.

DEACON, N. The use natural and artificial line of sight obstructions at bird deterrents on and near aerodromes. In: INTERNATIONAL BIRD STRIKE COMMITTEE MEETING , 26., 2003, Warsaw. **Proceedings...** Warsaw: IBSC, 2003.

DEL HOYO, J.; ELLIOT, A.; SARGATAL, J. (Ed.). **Handbook of the Birds of the World : Ostrich to Ducks**. v.1. Barcelona: Lynx Editions, 1992.

_____.; _____.; _____. _____.: New World Vultures to Guinea-fowl.v.2. Barcelona: Lynx Editions, 1994.

_____.; _____.; _____. _____.: Hoatzin to Auks.v.3. Barcelona: Lynx Editions, 1996.

_____.; _____.; _____. _____.: Sandgrouse to Cuckoos. v.4. Barcelona: Lynx Editions, 1997.

_____.; _____.; _____. _____.: Mousebirds to Hornbill. v.6. Barcelona: Lynx Editions, 2001.

_____.; _____.; _____. _____.: Jacamars to Woodpeckers. v.7 Barcelona: Lynx Editions, 2002.

_____.; _____.; _____. _____.: Broadbills to Tapaculos. v.8. Barcelona: Lynx Editions, 2003.

_____.; _____.; _____. _____.: Cotingas to Pipits. v. 9. Barcelona: Lynx Editions, 2004.

DE VAULT, T. L.; et al. Flight behavior of Black and Turkey Vultures: Implications for reducing bird-aircraft collisions. **Journal of Wildlife Management**, n. 69, p. 601-608, 2005.

DOLBEER, R. A. Height distribution of bird recorded by collisions with civil aircraft. **Journal of Wildlife Management**, n. 70, p. 1345-1350, 2006.

_____.; WRIGHT, S. E.; CLEARY, E. C. Ranking the hazard level of wildlife species to aviation. **Wildlife Society Bulletin**, n. 28, p. 372-378, 2000.

FALKER, S. T.; BRITTINGHAM, M. C. Controlling birds at aquaculture facilities. In: WILDLIFE damage control. Pennsylvania State University, 1998.

FRONEMAN, A. Towards the Management of Birds hazards on South African Airports. In: INTERNATIONAL BIRD STRIKE COMMITTEE MEETING, 25., 2000, Amsterdam. **Proceedings...** Amsterdam: IBSC, 2000.

GODIN, A. J. Birds at airports. In: HYGSTROM, S. E., TIMM, R. M.; LARSON, G. E. (Ed.). **Prevention and Control of Wildlife Damage**. University of Nebraska -Lincoln, 1994.

GORENZEL, W. P.; SALMON, T. P. Swallows. In: HYGSTROM, S. E., TIMM, R. M.; LARSON, G. E. (Ed.). **Prevention and Control of Wildlife Damage**. University of Nebraska-Lincoln. 1994.

GUEDES, F. L. et al. Avifauna relacionada ao risco de colisões aéreas no Aeroporto Internacional Presidente Juscelino Kubitschek, Brasília, Distrito Federal, Brasil. **Rev. Conexão SIPAER**, v.2, n.1, p. 230-243, 2010.

HILTY, S. L.; BROWN, W. **A Field Guide to the Birds of Colombia**. Princeton: University Press, 1986.

- HYGNSTROM, S. E., TIMM, R. M.; LARSON, G. E. (Ed.). **Prevention and Control of Wildlife Damage** .2 vols. University of Nebraska-Lincoln, 1994. 2 v.
- ISLER, M. L.; ISLER, P. R. **The tanagers**: natural history, distribution and identification. Washington, D. C.:Smithsonian Institution Press, 1987.
- KNIGHT, J. E. **Repelling birds using monofilament line**. Montana State University, 2000.
- KRUPKA, R. Collisions of the Czech Air Forces' Aircraft with Birds during 1993-1999. In: INTERNATIONAL BIRD STRIKE COMMITTEE MEETING, 25., 2000, Amsterdam. **Proceedings....** Amsterdam: IBSC, 2000.
- KÜSTERS, E. Man-made wetlands and flight safety. In: INTERNATIONAL BIRD STRIKE COMMITTEE MEETING, 25., 2000, Amsterdam. **Proceedings....** Amsterdam: IBSC, 2000.
- MENDONÇA, F. A. C. Gerenciamento do perigo aviário em aeroportos. **Rev. Conexão SIPAER**, v.1, n. 1, p.153-174, 2009.
- NEUBAUER, J. C. Why birds kill: Cross-sectional analysis of U. S. Air Force bird strike data. **Aviation, Space and Environmental Management**, n. 61, p. 343-348, 1990.
- NOVAES, G. W.; ALVAREZ, M. R. D. V. O perigo aviário em aeroportos do nordeste do Brasil: análise das colisões entre aves e aviões entre os anos de 1985 e 2009. **Rev. Conexão SIPAER**, v. 1, n.3, p. 47-68, 2010.
- RECA, A.; ÚBEDA, C.; GRIGERA, D. Conservación de la Fauna de Tetrápodos I: un índice para su evaluación. **Mastozoología Neotropical**, n. 1, p. 17-28, 1994.
- RIDGELY, R.; TUDOR, G. **The birds of South America** : The Oscine Passerines.v. 1. Austin:University of Texas Press, 1989.
- _____.; _____. _____. v. 2. Austin:University of Texas Press, 1994.
- _____.; GEENFIELD, P. **The Birds of Ecuador**: a field guide. Ithaca, NY: Comstock, 2001.
- RODRÍGUEZ MATA, J.; ERIZE, F.; RUMBOLL, M. **Guía de campo Collins**: Aves de Sudamérica. No Passeriformes. Buenos Aires: Letemendia, 2006.
- SCHULENBERG, T. S. et al. **Birds of Peru**. Princeton University Press. 2007.
- SMITH, M. From a strike to kill. **New Scientist**, n.110, p. 44-47, 1986.
- SOAVE, G. E. et al. Aves de Camisea, Bajo Río Urubamba, Amazonía Peruana, Perú. In: CONGRESO DE ORNITOLOGÍA NEOTROPICAL, 8., 2007. **Libro de resúmenes...** 2007.
- SODHI, N. S. Competition in the air: birds versus aircraft. **Auk**, n.119, p. 587-595, 2002.
- THORPE, J. Update on fatalities and destroyed civil aircraft due to bird strikes, with Appendix for 2006 to 2008. In: INTERNATIONAL BIRD STRIKE COMMITTEE MEETING, 28., 2008, Brasília. **Proceedings...** Brasília: IBSC. 2008.
- TRANSPORTATION IN CANADA. **Annual Report**. 2002.
- WASHBURN, B. E.; SEAMANS, T. W. Management of vegetation to reduce wildlife hazards at airports. In: FAA WORLDWIDE AIRPORT TECHNOLOGY TRANSFER CONFERENCE. Atlantic City, 2004.

DIAGNÓSTICO DE RISCO AVIÁRIO EM AERÓDROMO DE ÁREA MEGADIVERSA DO PERÚ

RESUMO: A presença de aves nos aeroportos e seus arredores é muito perigosa para a aviação civil e militar pelo risco de acidentes. Um programa de controle e monitoramento de aves de sucesso deve resultar de avaliações específicas feitas em cada local em particular. O objetivo deste trabalho é fazer um diagnóstico, por meio de um novo método, do risco aviário em um aeroporto localizado na Amazônia peruana, e avaliar possíveis medidas de controle no médio e longo prazo. Foram realizadas amostragens continuamente de 5 minutos de observação, em 4 setores do aeródromo, durante 3 dias consecutivos em outubro de 2009 (504 amostras com 3 replicação). Em cada setor registraram-se locais atrativos, atividades de alimentação, voo, descanso e nidificação; e estimou-se a altitude de voo das aves em dois estratos: menos e mais de 50 metros. Classificaram-se as espécies e/ou grupos de acordo ao grau de risco potencial à navegação aérea, por meio do método chamado IERA (Índice de Avaliação de Risco Aviário). Os grupos de espécies de maior risco à navegação aérea foram: urubus, papagaios, andorinhas e maçaricos, representando 66% da abundância média das aves. Estes utilizaram diferencialmente setores do aeroporto e tiveram diferentes padrões temporais de atividade e diferenças no uso do espaço aéreo. O IERA funciona eficientemente como ferramenta de diagnóstico de espécies de aves que trazem risco potencial à navegação aérea. Foram recomendadas diferentes técnicas passivas e ativas para o controle de aves no aeródromo.

PALAVRAS-CHAVE: Aeroportos. Aves. Aviação. Risco aviário. Segurança de voo.

AVIAN RISK DIAGNOSIS IN PERUVIAN AIRFIELD MEGADIVERSIFIED AREA

SUMMARY: The presence of birds at airports and their surroundings is very dangerous for civil and military aviation on account of the risk of accidents. A successful bird control and monitoring program is the result of specific assessments made in each particular location. The objective of this work is to make a diagnosis, through a new method, of the avian risk at an airport located in the Peruvian Amazon region, and evaluate possible control measures in the medium and long terms. Samples of five-minute observations were continuously taken for 3 consecutive days in October 2009 (504 samples with three replications). In each sector, the attracting points, as well as the feeding, resting and nesting activities were recorded. The birds' altitude of flight was estimated in two blocks: lower and higher than 50 meters. The species and/or groups were classified in accordance with the degree of potential risk to air navigation, by means of the IERA (Avian Risk Evaluation Index) method. The groups of species posing a higher risk to air navigation were: vultures, parrots, swallows and kingfishers, representing 66% of the average number of birds. The birds utilized different sectors of the airport, and showed distinct time standards in terms of activity, as well as differences in the use of the airspace. The IERA works efficiently as a tool for the diagnosis of the species capable of bringing a potential risk to air navigation. Several passive and active techniques were recommended for bird control at the aerodrome.

KEYWORDS: Birds and aviation. Avian risk and airports. Aviation safety. diagnosis

APÉNDICE A - Lista de las especies y grupos de especies registradas en el aeródromo de la Planta de Gas Las Malvinas, indicando el valor que adquiere para cada variable y el valor final del IERA (criterio por el cual se organizan).

Nombre Común	Nombre Científico	ABU	TAM	AGR	VERT	SECT	AMB	RISECT	INCI	IERA
Gallinazo Cabeza Roja	<i>Cathartes aura</i>	1	2	0	1	2	2	2	2	12
Gallinazo Cabeza Negra	<i>Coragyps atratus</i>	1	2	0	1	2	2	2	2	12
Cotorra de Ojo Blanco	<i>Aratinga leucophtalma</i>	2	1	2	1	2	1	2	0	11
Pericos	<i>Brotogeris ssp.</i>	2	0	2	1	2	1	2	0	10
Golondrina Ala-Rasposa Sureña	<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	2	0	1	1	2	1	2	0	9
Garrapatero de Pico Liso	<i>Crotophaga ani</i>	2	0	1	1	1	2	2	0	9
Gallinazo Cabeza Amarilla Mayor	<i>Cathartes melambrotos</i>	0	2	0	1	2	2	2	0	9
Playero Solitario	<i>Tringa solitaria</i>	1	0	1	1	2	1	2	0	8
Paseriformes pequeños		1	0	1	1	1	1	2	1	8
Paseriformes medianos		1	0	0	1	1	2	2	1	8
Garcita Blanca	<i>Egretta thula</i>	1	1	0	2	2	0	2	0	8
Aguilucho Caminero	<i>Buteo magnirostris</i>	0	1	0	1	2	2	2	0	8
Golondrina Azul y Blanco	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	2	0	1	1	1	0	2	0	7
Camungo	<i>Anhima cornuta</i>	1	2	0	0	0	2	2	0	7
Espiguero de Vientre Castaño	<i>Sporophila castaneiventris</i>	1	0	0	0	2	2	2	0	7
Gavilán Plomizo	<i>Ictinea plumbea</i>	0	1	0	1	2	1	2	0	7
Loro de Cabeza Azul	<i>Pionus menstruus</i>	0	1	0	1	2	?	2	0	6
Guacamayo de Frente Castaña	<i>Ara severus</i>	0	1	0	1	2	?	2	0	6
Caracara de Vientre Blanco	<i>Ibycter americanus</i>	0	2	0	1	1	0	2	0	6
Vencejo de Collar Blanco	<i>Streptoprogne zonaris</i>	0	0	0	1	1	2	2	0	6
Playero Batitú	<i>Bartramia longicauda</i>	1	1	0	0	1	0	2	0	5
Espiguero Negro y Blanco	<i>Sporophila luctuosa</i>	0	0	0	1	2	0	2	0	5
Dormilona Enana	<i>Muscisaxicola fluviatilis</i>	0	0	0	0	1	2	2	0	5
Caracara Chimachima	<i>Milvago chimachima</i>	0	1	0	0	1	1	2	0	5
Caracara Negro	<i>Daptrius ater</i>	0	1	0	1	1	?	2	0	5
Guacamayo de Cabeza Azul	<i>Propyrrhura coloni</i>	0	1	0	1	1	?	2	0	5
Tangara Azuleja	<i>Thraupis episcopus</i>	0	0	0	1	1	1	2	0	5
Halcón Caza Murciélagos	<i>Falco rufigularis</i>	0	1	0	1	1	?	2	0	5
Periquitos	<i>Forpus ssp.</i>	0	0	1	1	1	?	2	0	5
Martín de Pecho Gris	<i>Progne chalybea</i>	2	0	1	0	0	0	1	0	4
Gorrión de Ceja Amarilla	<i>Ammodramus aurifrons</i>	1	0	0	0	1	0	2	0	4
Golondrina Tijereta	<i>Hirundo rustica</i>	0	0	1	0	1	?	2	0	4
Oropéndola de Dorso Bermejo	<i>Psarocolius angustifrons</i>	0	0	0	1	1	0	2	0	4
Chorlo Acollarado	<i>Charadrius collaris</i>	0	0	0	0	1	1	2	0	4
Saltador Grisáceo	<i>Saltator coerulescens</i>	0	0	0	1	0	1	2	0	4
Tortolita Rojiza	<i>Columbina talpacoti</i>	0	0	0	1	0	1	2	0	4
Mosquitero Social	<i>Myiozetetes similis</i>	0	0	0	0	1	1	2	0	4
Cacique de Lomo Amarillo	<i>Cacicus cela</i>	0	0	0	1	1	?	2	0	4

APÉNDICE A - Continuación

Nombre Común	Nombre Científico	ABU	TAM	AGR	VERT	SECT	AMB	RISECT	INCI	IERA
Tordo Gigante	<i>Molothrus oryzivorus</i>	0	0	0	1	1	?	2	0	4
Pava de Spix	<i>Penelope jacquacu</i>	0	2	0	0	0	0	2	0	4
Aguilucho Cola Corta	<i>Buteo brachyurus</i>	0	2	0	0	0	0	2	0	4
Aguilucho de Cola Fajeada	<i>Buteo albonotatus</i>	0	2	0	0	0	?	2	0	4
Gavilán Gris	<i>Buteo nitidus</i>	0	2	0	0	0	0	2	0	4
Garza Blanca	<i>Casmerodius albus</i>	0	2	0	0	0	?	2	0	4
Tirano Tropical	<i>Tyrannus melancholicus</i>	0	0	0	0	1	0	2	0	3
Espigueros	<i>Sporophila</i> sp.	0	0	1	1	0	0	1	0	3
Golondrina de Faja Blanca	<i>Atticora fasciata</i>	0	0	0	0	1	0	2	0	3
Paloma-Perdiz Rojiza	<i>Geotrygon montana</i>	0	1	0	0	0	?	2	0	3
Gavilán de Cabeza Gris	<i>Leptodon cayanensis</i>	0	2	0	0	0	?	1	0	3
Gallinazo Real	<i>Sarcorhamphus papa</i>	0	2	0	0	0	?	1	0	3
Urraca Violácea	<i>Cyanocorax violaceus</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	2
Mosquitero Bermellón	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	2
Oropéndola Amazónica	<i>Psarocolius yuracares</i>	0	0	0	0	0	?	2	0	2
Guacamayo Escarlata	<i>Ara macao</i>	0	2	0	0	0	?	0	0	2
Carpintero Chico	<i>Veniliornis passerinus</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	2
Semillerito Negro Azulado	<i>Volatina jacarina</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	2
Tangara Urraca	<i>Cissopis leverianus</i>	0	0	0	0	0	?	2	0	2
Carpintero Lineado	<i>Dryocopus lineatus</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	2
Espiguero Lineado	<i>Sporophila lineola</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	2
Playero Pata Amarilla Menor	<i>Tringa flavipes</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	2
Golondrina de Ala Blanca	<i>Tachycineta albiventer</i>	0	0	0	0	0	?	1	0	1
Chorlo Dorado Americano	<i>Pluvialis dominica</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Mosquitero	<i>Cnemotriccus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Loros	<i>Amazona</i> sp.	0	1	0	0	0	?	0	0	1
Playero Coleador	<i>Actitis macularia</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Zorzal de Pico Negro	<i>Turdus ignobilis</i>	0	0	0	0	0	?	0	1	1

ANÁLISE DA FORÇA ISOMÉTRICA DE CADETES DA FORÇA AÉREA BRASILEIRA EM SIMULADOR DE FORÇA DA AERONAVE EMB-312 T-27

Thiago Augusto Rochetti Bezerra ¹

Antônio Carlos Shimano ²

Irineu Otávio Marchiori Callegari ³

Artigo submetido em 16/06/2011

Aceito para publicação em 18/08/2011

RESUMO: Pilotos que compõem o Esquadrão de Demonstração Aérea (EDA) e cadetes aviadores advindos da Força Aérea Brasileira (FAB), que realizam apresentações de voo acrobático, são submetidos a esforços excessivos, atribuídos a altos índices de Força Gravitacional (G), aplicados ao manche da aeronave EMB 312 (T-27 Tucano). Isso resulta em fortes dores e incômodos afetando diretamente os aviadores. Partindo deste fato, o objetivo deste trabalho foi aplicar um treinamento em Simulador de Força (SF) em um grupo de cadetes (n=4) aviadores da FAB visando à melhora da força isométrica, força necessária principalmente para sustentar o avião durante a realização de uma manobra. A análise estatística comprovou melhora significativa da força isométrica dos cadetes em poucas semanas de treinamento ($p=0,026$). Foram realizadas avaliações antes e após o período de intervenção na qual foi concluído que o SF é um instrumento válido para o treinamento dos aviadores, causando adaptações neuromusculares específicas da tarefa realizada por eles, além do fortalecimento da musculatura exigida durante as acrobacias. Tal fato possivelmente colabora na integridade dos aviadores e segurança na realização dos voos.

PALAVRAS-CHAVE: Análise de Força. Força Isométrica. Simulador de Força.

1 INTRODUÇÃO

A atividade profissional desenvolvida por pilotos e cadetes aviadores sempre esta relacionada à saúde física durante a realização das apresentações acrobáticas. Isso porque o excesso de demanda referente ao número de horas de voo somado ao despreparo físico pode impor quadros de desgaste músculo-tendinoso, dores e incômodos. Desta forma, o risco de acidentes aéreos pode aumentar caso o aviador não esteja seguro e preparado para suportar tal tarefa.

O presente estudo foi realizado com uma amostra de cadetes aviadores dentro da Academia da Força Aérea Brasileira (AFA), local onde se encontra também o Esquadrão de Demonstração Aérea (EDA), mais conhecido como Esquadrilha da

¹ Doutorando da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Laboratório de Bioengenharia, Universidade de São Paulo. thiago_rochetti@globomail.com

² Prof. Doutor da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Laboratório de Bioengenharia, Universidade de São Paulo. ashimano@fmrp.usp.br

³ Cursando especialização *latu-sensu* em Fisiologia do Exercício (Ufscar) e prestando serviços relacionados a área da Saúde e Desempenho Físico. irineucallegari@yahoo.com.br

Fumaça. Pilotos e cadetes aviadores realizam treinamentos e estratégias de apresentações acrobáticas na própria AFA e o recrutamento dos indivíduos seguiu a previsão de estudos que concluíram riscos de problemas físicos a esta população.

Estes pilotos e cadetes, oficiais aviadores da FAB, são expostos diariamente a horas de voo. A quantidade de horas voadas irá depender do Esquadrão de voo no qual o piloto está ingressado, ou no ano de formação de pilotos em se tratando de Cadetes Aviadores.

Bezerra (2002) verificou em estudo que isso pode ocasionar a essa população a aplicação de uma sobrecarga no ombro e no braço direitos devido à movimentação do manche com a interferência das Forças Gravitacionais (G), o que levou a quadros de dores e lesões aos pilotos. Em 2008, o mesmo autor desenvolveu um Simulador de Forças (SF) capaz de reproduzir movimentos e forças aplicadas ao manche iguais às forças reais de voo da aeronave EMB 312 (T-27 Tucano) e que pode ser de extrema utilidade para a prevenção dos quadros negativos a que são submetidos os pilotos. O Simulador de forças (FIGURA1), foi apresentado no volume 2, número 2 da Revista Conexão Sipaer.

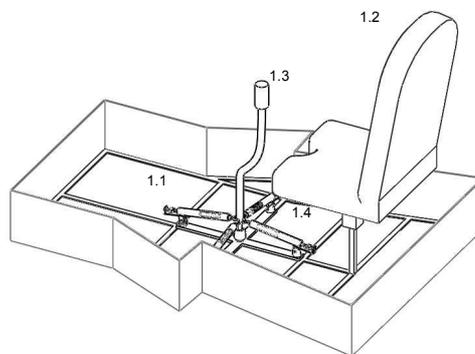


FIGURA 1 Simulador de Forças

O presente estudo tem como objetivo realizar uma análise da resistência da força isométrica (RFI) de cadetes aviadores da FAB durante um treinamento no SF. A força isométrica do braço do aviador é necessária para sustentar uma determinada manobra no manche por um tempo adequado com êxito (BEZERRA, 2008) e, segundo Zatsiorsky e Kraemer (2008), esta força causa uma tensão que mantém o comprimento da musculatura a fim de suportar uma sobrecarga. Desta forma, procurou-se proporcionar aos cadetes e pilotos um treinamento capaz de aumentar a aptidão desta força e a resistência aos efeitos da Força G, com o intuito de melhorar o desempenho físico desta população.

O SF é uma estrutura capaz de simular os movimentos de um voo, todavia ele não executa os comandos por instrumento que o simulador de voo aplica. Desse modo, existe a oportunidade de realizar um trabalho que crie adaptações referentes às forças que o cadete aviador encontrará em situações de voo real, até então não promovidas pelo simulador de voo. Tal artefato foi produzido a fim de criar condições ergonômicas no preparo dos aviadores além de ser útil na tentativa de entender melhor os efeitos da força centrípeta no sistema osteomuscular desta população (BEZERRA, 2008).

Estudos concluíram em questionário realizado com os pilotos que estes sofrem com maiores problemas de dores no ombro em 90% dos casos e no braço direito em 80% dos casos. O mesmo questionário foi feito ao grupo de mulheres que ingressaram na Força Aérea no ano de 2003, sendo que 84,6% apontaram dores no ombro e braço direitos, junto a 70% que apontaram dores na região lombar, chegando a ter sua capacidade de suportar as cargas questionadas devido à alta exigência da aptidão física para realização deste tipo de voo. Entendendo tais valores, fica evidente que os pilotos são prejudicados por tais efeitos sobre a estrutura muscular e articular do organismo (BEZERRA, 2002).

Soma-se a isso o fato de que os aviões deslocam-se com rapidez e modificam sua direção de movimento tão frequentemente que o corpo é, muitas vezes, submetido a graves estresses físicos. Em geral, as forças produzidas pela aceleração linear durante o voo normal de um avião não são suficientes para produzir efeitos fisiológicos importantes. Mas, quando um avião faz voltas, mergulhos ou “loopings”, as forças centrípetas são muitas vezes suficientes para promover sérias perturbações das funções corporais (SMITH apud BEZERRA, 2008).

Para que ocorra o aumento da RFI e a melhora do manejo do manche da aeronave, o treinamento seguiu uma rotina através de uma planilha de treinos que foi imposta aos cadetes, criada a partir de uma avaliação a qual medirá o tempo em que cada um resiste à sustentação do movimento de rotação externa do ombro direito, movimento relatado como mais difícil de ser realizado e possível causador da maioria das dores aos pilotos (BEZERRA, 2008).

Este estudo possibilitará a prescrição de um treinamento específico para a tarefa realizada pelos aviadores. Este experimento tem grande importância tanto para a Academia da Força Aérea quanto para o progresso de futuros estudos na área, favorecendo a melhora das capacidades desta população.

2 MÉTODOS

Foi proposto um modelo de intervenção ao grupo de cadetes com duração de seis semanas, com três sessões de treinamento por semana num total de dezesseis sessões por cadete. Cada sessão teve duração de vinte minutos. O protocolo foi aplicado em quatro cadetes do quarto ano de formação na AFA, tal público reduzido condiz com o fato de que o recrutamento da amostra dentro do local é dificultado em razão da rotina de trabalho dos cadetes.

Inicialmente, foram realizados pré-testes com a intenção de definir o tempo máximo de contração isométrica até a falha concêntrica do movimento de rotação externa do ombro direito com a carga do SF aplicada ao manche entre valores de 3 a 3,5+Gz para todos os cadetes. Assim, o pré-teste serviu como diretriz para a montagem do treinamento visando à melhora da RFI dos cadetes, já que a partir da mensuração do tempo máximo em que cada cadete conseguiu sustentar sua contração no pré-teste, foram determinadas as intensidades das sessões de treino através da duração dos estímulos de cada cadete.

No presente estudo, a intensidade dos estímulos é referente ao tempo de contração estática, ou seja, o aumento do tempo de contração no passar das sessões de treinamento significou um aumento gradativo da intensidade do estímulo, de acordo com o modelo de treinamento visualizado na Tabela 1. A porcentagem inicial da intensidade do treino foi escolhida devido ao fato de os cadetes ainda não possuírem experiência para suportar altas cargas referentes à reprodução da Força G. Assim, ocorreu um aumento progressivo da intensidade de treinamento com a intenção de promover as objetivas adaptações junto ao recrutamento de fibras necessárias para suportar tal sobrecarga imposta.

TABELA 1 – Modelo de Trabalho de Periodização de Treinamento

SESSÃO DE TREINO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
RDIE * (%)	50	50	60	60	70	70	75	75	80	80	85	85	90	90	100	105

*RDIE: Relação Duração-Intensidade do Esforço

As cargas aplicadas nas sessões finais do treinamento se encontraram superiores as da avaliação inicial, evidenciando que o treinamento aplicado promoveu subsídios suficientes para aumentar as capacidades da RFI do braço deste grupo.

O intervalo entre as séries de contração da musculatura foi sempre de trinta segundos, de modo que as séries e os intervalos entre elas tivessem a intenção de aproximar o treinamento à especificidade da tarefa dos pilotos, respeitando a recuperação dos sistemas energéticos aplicados a essa atividade. Assim, nota-se que tal proposta seja específica às situações a que os aviadores são impostos e bem próximas à realidade de um voo acrobático.

Terminado o período de treinamento em SF, os cadetes realizaram o pós-teste, com a intenção de verificar a melhora da aptidão física do cadete relacionada ao aumento do tempo de RFI do movimento de rotação externa do ombro direito. Este teve as mesmas características da primeira avaliação.

3 RESULTADOS

Para realização da análise de eficiência do presente estudo, foi utilizado o programa estatístico Biostat 4.0, através deste, realizou-se o teste paramétrico – Teste-t, indicado apenas a pequenas amostras e grupos, o qual analisa a diferença estatística entre duas amostras dependentes e do mesmo tamanho, em que cada indivíduo é seu próprio controle, isto é, no presente caso, foram analisados os resultados dos testes, realizados antes e depois do período de treinamento dos cadetes.

A Tabela 2 demonstra os valores das avaliações de força em simulador de quatro cadetes, no pré-participação no estudo e no pós-participação no processo de treinamento físico no simulador de forças.

TABELA 2 - Comparação dos Valores das Avaliações Pré e Pós-Treino

	Cadete 1	Cadete 2	Cadete 3	Cadete 4	MÉDIA ± DP
PRÉ-TESTE	27"20	43"20	34"10	26"50	32,75 ± 7,77
PÓS-TESTE	52"45	1'26"00	1'12"00	59"50	67,49 ± 14,75

Com o término do método e fechamento das coletas referentes ao pós-teste, observou-se melhora significativa de desempenho dos cadetes ($p=0,0026$). Essa melhora é relacionada ao desenvolvimento da RFI do braço direito do grupo treinado

no SF, assim, como está na Tabela 2, em que se mostra a comparação dos valores reais de duração da contração máxima tanto no pré-teste, como após o período de intervenção. Porém, assim como cita Arnheim e Prentice (2001), o treinamento isométrico causa adaptações somente ao ângulo e amplitudes treinados, isto é, os ganhos de desempenho comprovados são atribuídos somente ao ângulo de contração treinado pelos pilotos. Ainda na Tabela 2, são encontrados os valores das médias e do desvio padrão do tempo máximo de contração das avaliações do grupo completo de cadetes aviadores. Os resultados foram de $32,75 \pm 7,77$ segundos para o pré-teste e $67,49 \pm 14,75$ segundos no pós-teste.

Através destes dados, visualizados no Gráfico 01, referentes ao tipo Box-plot em que se verificam os valores da média de tempo de contração, apresentaram aumento significativo – o que explica a eficácia do treinamento, mas também houve aumento nos valores de desvio-padrão, aumentando a margem de variação dos resultados.

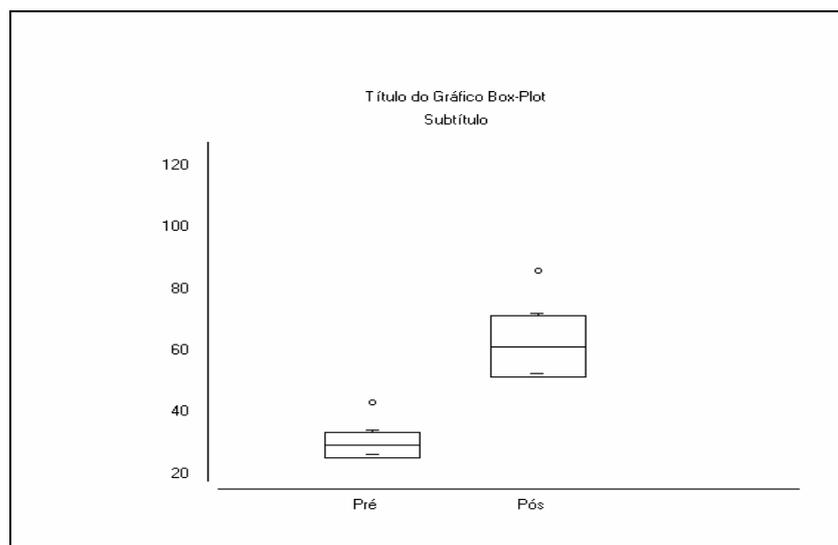


GRÁFICO 1 – Tipo de *Box Plot* referente à análise descritiva dos resultados

4 DISCUSSÃO

A partir de uma análise descritiva, é possível constatar como satisfatório o método de treinamento isométrico aplicado. Contudo, os resultados, que na avaliação inicial visualmente apresentavam-se praticamente homogêneos, na avaliação realizada após o período de treinamento mostraram-se com uma maior amplitude de valores. Essa heterogeneidade destaca-se em função de dois fatores: a) melhora da aptidão física do grupo em virtude da proposta que o treinamento

abrangia resultando no alcance das metas estipuladas e b) do princípio da individualidade de reação que o treinamento físico proporciona, causando as alterações de acordo com a variação e amplitude de adaptação dos indivíduos (BOMPA, 2001, p.42), na qual essa alteração ocorre em função da capacidade de cada um destes de apresentar diferentes características próprias, respondendo de acordo com a sua potencialidade.

Observa-se que o valor da duração do estímulo não foi o mesmo para todos os cadetes, ou seja, os valores de estímulo e duração foram determinados a partir dos resultados do pré-teste de cada um dos indivíduos. Conclui-se que o treinamento foi eficiente a todos os indivíduos do estudo, porém afetou em diferentes proporções a condição inicial de cada cadete.

TABELA 3. Índice de Melhora Individual Pelo Treinamento

	Cadete 1	Cadete 2	Cadete 3	Cadete 4
PRÉ - TESTE	27"20	43"20	34"10	26"50
PÓS - TESTE	52"45	1'26"00	1'12"00	59"50
VA	25"25	42"8	37"9	33"
VR	92%	99%	111%	124%

A Tabela 3 mostra individualmente a margem e variação de contribuição do treinamento no SF na melhora da RFI em cada um dos cadetes, na qual a Variação Absoluta (VA) resulta na reserva do tempo de melhora dos cadetes, ou seja, quanto tempo cada um melhorou precisamente com o treinamento e a Variação Relativa (VR) que converte os valores de VA em porcentagens de melhora comparados aos tempos da avaliação inicial, fazendo com que esses valores sejam relacionados com a probabilidade de encontrar resultados satisfatórios semelhantes em trabalhos com as mesmas características e comprovando que a melhora satisfatória do grupo treinado também resultou em uma visual dispersão dos valores do pós-teste.

Portanto, fica destacado que o treinamento aplicado aos cadetes foi de notável eficiência na melhora da RFI do movimento proposto, ou seja, melhorou significativamente o poder de sustentação do movimento de rotação externa do ombro direito. De acordo com Guyton e Hall (2003, p.83), o treinamento em geral modifica ou remodela as funções musculares rapidamente, com poucas semanas de estímulo.

O desenvolvimento da RFI dos pilotos se desenvolveu de forma gradual e progressiva. A progressão do treinamento, junto aos tempos de contração que caracterizavam a intensidade do esforço, permitiram um aumento superior aos valores do pré-teste.

Difícilmente um grupo controle apresentaria diferenças dos valores de RFI não realizando o treinamento no SF devido às exigências do método aplicado. Isso implica no fato de que trabalhos paralelos e relacionados ao presente tema ainda devem ser realizados a fim de descobrir comparações entre o método utilizado neste estudo, e outras possíveis estratégias de desenvolvimento da aptidão física dos aviadores que praticam voos acrobáticos, se possível, recrutando um maior número de indivíduos e formando um maior número de grupos para análise dos resultados.

Desta forma, fica evidente que o treinamento em SF, além de específico para o grupo selecionado, permitiu o desenvolvimento da força isométrica específica de voos acrobáticos reais, referentes ao movimento de rotação externa, levando a indagação de realização de novos estudos sobre os efeitos deste tipo de método voltado para outros movimentos de direção do manche da aeronave, verificando o comportamento dos outros músculos por esse processo.

5 CONCLUSÃO

O presente estudo atendeu satisfatoriamente aos objetivos propostos, resultando no aumento da força isométrica do movimento de rotação externa máxima do ombro direito dos cadetes aviadores. Tais adaptações permitem uma melhor capacidade física para suportar os efeitos da tarefa e possivelmente reduzindo a incidência de lesões resultado das apresentações acrobáticas do EDA, caso o grupo se submeta ao princípio de treinamento presente.

Com o alcance das metas, espera-se que ocorram diminuições dos quadros de lesão muscular e articular identificadas pelos aviadores pelo fato da musculatura agonista, responsável pela realização dos movimentos de voo real, estar adaptada à aplicação da Força G. Desta forma, uma melhor capacidade de concentração do piloto, que estará atento aos imprevistos podendo ter uma melhor capacidade de raciocínio, evitando desastres por meio de diagnósticos de fraqueza muscular.

O presente estudo comprovou que o SF da aeronave EMB 312 T-27 Tucano é eficiente no treinamento dos cadetes que compuseram a amostra, principalmente

por se adequar à tarefa e aos movimentos realizados pelo grupo de aviadores citados.

Porém, mais estudos na área devem ser incentivados procurando encontrar melhores estratégias e subsídios junto ao estudo de outras vertentes do treinamento de força que levem os pilotos e cadetes a um quadro mais confortável relacionado à aptidão física necessária para a realização de voos e apresentações e comprovando de fato que um planejamento adequado às características deste grupo os levará a melhores condições de trabalho.

REFERÊNCIAS

AMARAL, A. C.; SHIMANO, A. C. **Perfil Postural dos Pilotos da Esquadilha da Fumaça e Instrutores de Voo da Academia da Força Aérea Brasileira**. 2006. 5 f. Artigo - Departamento de Laboratório de Bioengenharia, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2006.

ARNHEIM, D. D.; PRENTICE, W. E. **Princípios do treinamento atlético**. 10. ed. Rio de Janeiro: Ed: Guanabara Koogan; 2001.

BEZERRA, T. A. R. **Projeto e Desenvolvimento de Simulador de Forças da Aeronave EMB 312 T-27 Tucano**. 2008. 123 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2008.

BEZERRA, T., SHIMANO, A. Simulador de Forças da aeronave EMB 312 T-27 Tucano. **Conexão SIPAER**, v.2, n 2, mar./abr. 2011. Disponível em: <<http://inseer.ibict.br/sipaer/index.php/sipaer/article/view/72>>. Acesso em: 24 maio 2011.

BEZERRA, T. H. A.; HENTELL, L. P. **Contribuição Ergonômica à carreira dos Oficiais Aviadores do Esquadrão de Demonstração Aérea Esquadilha da Fumaça da Força Aérea Brasileira**. Universidade Federal de São Carlos; 2002.

BOMPA, T. O. **A periodização no treinamento esportivo**. Barueri, SP: Manole, 2001.

BOMPA, T. O. **Periodização: teoria e metodologia do treinamento**. São Paulo: Phorte; 2002.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. **Portal da FAB**. Disponível em: <www.fab.mil.br>. Acesso em: 10 jun. 2009.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de Fisiologia Médica**. 11. ed. [S.l.]: Saunders Elsevier; 2006.

HYPOLITO, L. C. **A Influência das Acelerações +Gz na Prevalência de Lombalgia em Pilotos de Caça**. 2006. 18 f. Trabalho de Conclusão de Curso (CEM) - Escola de Comando e Estado-Maior da Aeronáutica, Universidade da Força Aérea, Rio de Janeiro, 2006.

JOSEPH, J.; ALBANO, M. D; STANFORD, M. D. Prevention of minor neck injuries in F-16 pilots. **Aviation Space Environmental Medicine**; v 69; p. 1193-1199; 1998.

LECH, O., VALENZUELA NETO, C., SEVERO, A. Tratamento Conservador das Lesões Parciais e Completas do Manguito Rotador. **Acta ortop bras**, v.8, n.3, jul./ set. 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/aob/v8n3/v8n3a08.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2011.

EMBRAER. **Manual EMB**: Normas técnicas da Aeronave Embraer T-27. São José dos Campos: EMBRAER, 1984.

PLATOVOV, V. N. **Tratado geral de treinamento desportivo**. São Paulo: Phorte; 2004.

WEINECK, J.; **Treinamento ideal**. 9. ed. .São Paulo: Ed. Manole, 1999;

ZATSIORSKY, V. M., KRAEMER, W. J. **Ciência e prática do treinamento de força**. São Paulo: Phorte, 2008.

ANALYSIS OF BRAZILIAN AIR FORCE CADETS' ISOMETRIC STRENGTH IN EMB-312 T-27 AIRCRAFT FORCE SIMULATOR

ABSTRACT: Pilots that make up the Air Demonstration Squadron (EDA), and Brazilian Air Force (FAB) cadets who stage aerobatic flight maneuvers are subjected to excessive strain attributed to the high levels of gravitational force (G), when they operate the control column of the EMB 312 T-27 Tucano aircraft. The strain results in severe pain and discomfort directly affecting the aviators. Thus, the objective of this paper was to implement a Force Simulator (SF) training in a small group of FAB aviator cadets (n = 4), aiming at the improvement of their isometric strength, which is required mainly to support the airplane during the performance of a maneuver. Statistical analysis demonstrated a significant improvement of the cadets' isometric strength in just a few weeks of training (p = 0.026). Evaluations were made before and after the intervention period, with the conclusion that the SF is a valid tool for pilot training, as it generates neuromuscular adaptations specific to the tasks undertaken by them, in addition to strengthening the muscles required for the acrobatic maneuvers. This fact may contribute to the integrity of pilots and safety of flight.

KEYWORDS: Strength Analysis. Isometric strength. Force Simulator.