

CONEXÃO SIPAER



Revista Científica de Segurança de Voo



R. Conex. SIPAER, v. 3, n. 2, mar/abr 2012

RELATÓRIO DE PREVENÇÃO – RELPREV
AIR SAFETY REPORT – ASR

CENIPA 08

De acordo com as regulamentações brasileiras, este relato (ou parte dele) somente será usado para a prevenção de acidentes aeronáuticos, a fim de aumentar a segurança operacional. Este relato não precisa ser identificado. Caso o relator se identifique, o mesmo será informado sobre as medidas adotadas.

In accordance with Brazilian regulations, this report (or any part of it) shall only be used for preventing aeronautical accidents, and has the sole purpose of enhancing safety. This report does not need to be identified. Should the reporter, however, choose to identify him/herself, he/she will be informed on the measures adopted.

DADOS GERAIS DA OCORRÊNCIA (OCCURRENCE INFORMATION)

LOCAL (PLACE):

DATA (DATE):

PESSOAL ENVOLVIDO E/OU AERONAVE (PERSONNEL AND AIRCRAFT):

HORA (TIME):

SITUAÇÃO (SITUATION):

Compromisso com a Vida

CENIPA



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 Luís Roberto do Carmo Lourenço

EDITOR CIENTÍFICO

Maj Av Felipe Koeller Rodrigues Vieira

EDITORA GERENTE

Ten Bib Ana Izabel Batista da Silva

EDITOR DE SEÇÃO – Risco Aviário

Weber Galvão Novaes

CONSELHO CIENTÍFICO

Pareceristas desta edição:

Caio Graco Machado

Nilton Cícero Alves

Andrés Serrano

Romildo Moreira

Marcelo Honorato

Olivério Moreira Macedo Silva

José Vagner Vital

Selma Leal de Oliveira Ribeiro

Elizeth Tavares de Lacerda

Alexandre Anselmo Lima

Roberto Stolt

Fernando Luís Volkmer

Francisco José de Azevedo Moraes

Flavio Antonio Coimbra Mendonça

Henrique Rubens Balta de Oliveira

Felipe Bittioli Rodrigues Gomes

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

EDITORIAL

Prezados Leitores,

Conhecer é incorporar um novo conceito. O conhecimento não nasce do vazio e sim das experiências que acumulamos em nossas vidas, por meio de relacionamentos interpessoais e da leitura.

O conhecimento científico, produzido por intermédio da investigação científica, surge não apenas da necessidade de se encontrar soluções para problemas da vida cotidiana, mas do desejo de fornecer explicações que possam ser testadas e criticadas.

Embora não se possam alcançar todas as respostas, o esforço por conhecer e a busca da verdade continuam a ser as razões mais fortes da investigação científica.

Neste primeiro número de 2012, apresento-me como o novo Diretor da Conexão SIPAER, trabalho ímpar em prol da Segurança de Voo no Brasil. A carência de conhecimento científico, sentida por nossa comunidade SIPAER, vem sendo banida pelo empenho desses valorosos profissionais que, com espírito científico, contribuem, de forma inegável, com a nobre missão de prevenir acidentes.

Ter espírito científico é estar, sobretudo, numa busca permanente da verdade, com consciência da necessidade dessa busca, expondo as suas hipóteses à constante crítica, livre de conclusões precipitadas e preconceitos.

Além de referência para a aviação brasileira, a Conexão SIPAER é acessada por diversos países, estimulando a criação de fundamentos mais sólidos, trazendo benefícios incalculáveis para a tomada de decisões. Todo esse desenvolvimento se deve à participação constante dos pesquisadores.

Neste número, serão abordados temas como o Tráfego Aéreo, as Normas no Transporte Aéreo, a Infraestrutura Aeroportuária, a Incursão em Pista e a Comunicação de Ocorrências. Tais assuntos são de leitura obrigatória para todos aqueles que lidam com o gerenciamento da prevenção de acidentes nas suas organizações. Além destes temas, uma nova seção, para publicação exclusiva dos artigos científicos e estudos de caso sobre Risco Aviário, está sendo iniciada neste número. Como Editor de Seção para este assunto tão específico, nossa publicação conta com a valiosa colaboração do Professor Weber Galvão Novaes, biólogo com pós-graduação em Ecologia e Mestrado em Zoologia.

A participação dos autores, através dos seus artigos científicos, reflete o nível de maturidade alcançada pela comunidade SIPAER.

Em nome da Segurança de Voo no Brasil e do desenvolvimento da aviação civil e militar brasileira, proporcionados pelo trabalho de prevenção, agradeço a todos os que colaboram com a Conexão SIPAER e incrementam o trabalho prático de toda a comunidade aeronáutica.

Boa Leitura!

Brigadeiro do Ar Luís Roberto do Carmo Lourenço¹

Chefe do CENIPA

¹ O Brigadeiro do Ar Luís Roberto do Carmo Lourenço, natural de Carandaí (MG), é Chefe do CENIPA e Presidente do Comitê Nacional de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CNPAA). Possui mais de 3.900 horas de voo na aviação de transporte. Foi Comandante da Base Aérea de São Paulo, Adido de Defesa e Aeronáutico do Brasil no Equador e Chefe da Assessoria Parlamentar do Comandante da Aeronáutica. chefia@cenipa.aer.mil.br

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| <u>EDITORIAL</u> | (1-2) |
| <i>Brig Ar Luís Roberto do Carmo Lourenço</i> | |
| <u>ARTIGOS CIENTÍFICOS</u> | |
| DIFICULDADES EM SERVIÇO: RESUMO DE 2010 | (4-23) |
| <i>Rogério Possi Juniors</i> | |
| A RESPONSABILIDADE CIVIL NO CONTROLE DE TRÁFEGO AÉREO | (24-37) |
| <i>Gustavo Borges Basilio, Maria Terezinha Pavan, Fernando de Oliveira Pontes</i> | |
| METODOLOGIA ANALÍTICA PARA ESTIMATIVA DA LÂMINA D'ÁGUA EM PAVIMENTOS AEROPORTUÁRIOS | (38-65) |
| <i>Lucius de Albuquerque Prado, Giovano Palma</i> | |
| NOTECHS: UM MODELO DE AVALIAÇÃO DAS HABILIDADES NÃO TÉCNICAS ATRAVÉS DE INDICADORES COMPORTAMENTAIS | (66-78) |
| <i>Monica Lavoyer Escudeiro</i> | |
| A FILOSOFIA DE <i>SURVIVABILITY</i> DE AERONAVES NA AVIAÇÃO DE SEGURANÇA PÚBLICA BRASILEIRA: UMA PROPOSTA | (79-110) |
| <i>Hérton Conceição Santos Lima</i> | |
| REPORTE DE INCURSÕES EM PISTA E SEUS FATORES CONTRIBUINTES: DESENVOLVENDO UM RELPREV EM CONFORMIDADE COM O DOC ICAO 4444 | (111-151) |
| <i>Alexander Coelho Simão</i> | |
| INTERFERÊNCIA DE RÁDIOS PIRATAS NA COMUNICAÇÃO E NAVEGAÇÃO DO TRANSPORTE AÉREO | (152-164) |
| <i>Flavio de Benedetti Cunha, Fernando Castelani Takashi Tsuda, Gustavo Marroni Assis Pereira, Rodrigo Barbosa de Camargo</i> | |
| <u>RISCO AVIÁRIO</u> | |
| O VALOR DA INFORMAÇÃO NO GERENCIAMENTO DO RISCO AVIÁRIO | (165-188) |
| <i>Henrique Rubens Baita de Oliveira</i> | |
| RISCO AVIÁRIO E RESÍDUO SÓLIDO URBANO: A RESPONSABILIDADE DO PODER PÚBLICO MUNICIPAL E AS PERSPECTIVAS FUTURAS | (189-208) |
| <i>Henrique Rubens Balta de Oliveira, Fernando de Oliveira Pontes</i> | |
| EVOLUÇÃO DO RISCO AVIÁRIO NO BRASIL ENTRE 2006 E 2010: ESTATÍSTICAS E PROBABILIDADES | (209-217) |
| <i>Francisco José de Azevedo Moraes</i> | |

DIFICULDADES EM SERVIÇO: RESUMO DE 2010¹

Rogério Possi Junior²

Artigo submetido em: 27/09/2011

Aceito para publicação em: 04/11/2011

RESUMO: De acordo com a Organização de Aviação Civil Internacional (OACI), define-se aeronavegabilidade continuada como o conjunto de processos requeridos para que as aeronaves cumpram com os requisitos de aeronavegabilidade constantes em sua base de certificação de tipo ou impostos como parte dos requisitos regulamentares do estado de registro destas aeronaves visando à garantia da operação segura e contínua destas aeronaves durante sua vida operacional. Neste trabalho, apresentam-se os eventos de dificuldades em serviços relativos ao ano de 2010, que foram comunicados à Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), como parte dos requisitos regulamentares que regem os operadores, as oficinas de manutenção aeronáutica e os fabricantes de produtos aeronáuticos.

PALAVRAS CHAVE: Aeronavegabilidade. Dificuldades em serviço. Segurança de voo.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o *Part M* da *European Aviation Safety Agency* (EASA), (EASA, 2011) define-se aeronavegabilidade continuada como sendo o conjunto de processos que asseguram a qualquer tempo, durante sua vida operacional, que a aeronave cumpre com os requisitos mandatórios de aeronavegabilidade e está em condição de operação segura.

De forma similar, o *Doc. 9760* (ICAO, 2007) define tal processo como aquele que requer que todas as aeronaves cumpram os requisitos de aeronavegabilidade estabelecidos em sua base de certificação de tipo ou com os requisitos impostos pelo Estado de registro destas aeronaves, e estejam em condições de operação segura durante toda sua vida operacional.

Conforme o Anexo 6 (ICAO, 2007a) e o Anexo 8 (ICAO, 2005) da Organização de

1 Artigo originalmente apresentado no 40 Simpósio de Segurança de Voo (SSV 2011) do Instituto de Pesquisa e Ensaios em Voo (IPEV) do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA) em São José dos Campos, SP.

2 Engenheiro de Aeronavegabilidade Continuada, Superintendência de Aeronavegabilidade (SAR) da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC).

Aviação Civil Internacional (OACI), parte integrante deste conjunto de processos consiste no sistema de Dificuldades em Serviço. Entende-se o Sistema de Dificuldades em Serviço como sendo aquele responsável pela coleta e processamento de dados relativos a falhas, defeitos, mau-funcionamento, incidentes a acidentes de produtos aeronáuticos. Também é responsabilidade deste sistema o estabelecimento de ações que garantam a aeronavegabilidade continuada destes produtos, inclusive com a emissão de ações mandatórias, conforme o estabelecido pela ANAC (ANAC, 2010) segundo a própria (ANAC, 2011a).

2 SISTEMA DE DIFICULDADES EM SERVIÇO

A seção 21.3 do RBAC 21 (ANAC, 2010), 135.415 do RBAC 135 (ANAC, 2010b), seção 121.703 do RBAC 121 (ANAC, 2010a) e a seção 145.63 do RBHA 145 (BRASIL, 2005), conforme aplicável, estabelece requisitos para o envio dos relatórios de Dificuldades em Serviço à Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) por detentores de um certificado de tipo (incluindo um certificado suplementar de tipo), de um atestado de produto aeronáutico aprovado ou, ainda, o licenciado de um certificado de tipo, operadores regidos pelos regulamentos descritos ou por organizações de manutenção aeronáutica.

Nota-se que estes requisitos atendem ao preconizado pelo Anexo 6 (ICAO, 2007a) e pelo Anexo 8 (ICAO, 2005) da OACI, sendo que tais relatórios devem conter necessariamente a data do evento, marcas de nacionalidade e matrícula da aeronave, código da *Air Transport Association* (ATA) associado ao evento; fabricante, modelo e número de série da aeronave, e uma descrição detalhada do evento.

A Figura 1 ilustra como estes eventos são recebidos pela ANAC após sua submissão por operadores, empresas de manutenção aeronáutica e fabricantes.



FIGURA 1 - Página dos relatórios de Dificuldades em Serviço (ANAC, 2011).

O Sistema de Dificuldades em Serviço coleta e processa os relatórios de falhas, mau funcionamento e defeitos recebidos pela ANAC de acordo com o preconizado pelos Anexos 6 (ICAO, 2007a) e 8 (ICAO, 2008) da OACI. Vale lembrar que quando determinados processos de aeronavegabilidade continuada necessitam de ações mandatórias, o processo segue o fluxo da Figura 2. Tais processos são chamados de Diretrizes de Aeronavegabilidade (DA).



FIGURA 2 – Fluxo para emissão de uma DA (POSSI; CRUCELLO; OLIVEIRA,2010).

Conforme Possi; Crucello; Oliveira (2010) o modelo ilustrado pela Figura 3

representa o conjunto de boas práticas de engenharia que permeiam um sistema de comunicação de dificuldades em serviço. Observa-se que tal modelo segue o preconizado pelos Anexos 6 (ICAO, 2007a) e 8 (ICAO, 2008) da OACI.

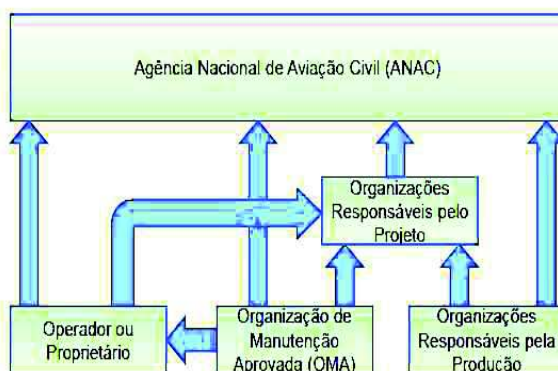


FIGURA 3 – Ilustração do fluxo de dados entre as diferentes organizações (POSSI; CRUCELLO; OLIVEIRA,2010)

3 PANORAMA GERAL

Apresenta-se na Figura 4 o levantamento estatístico dos relatórios de dificuldades em serviço comunicados desde o ano 2000 (ANAC, 2011).



FIGURA 4 – Relatórios enviados ao longo dos anos (ANAC, 2011).

A seguir, apresentam-se os dados quantitativos referentes aos relatórios enviados no ano de 2010 de acordo com o tipo de certificação da empresa (Fig. 5).

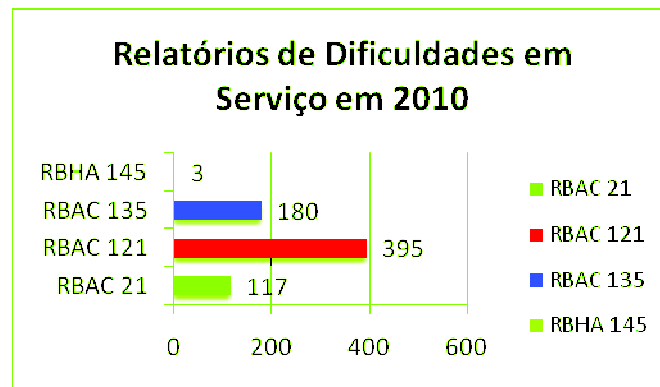


FIGURA 5 – Relatórios enviados em 2010 (ANAC, 2011).

A seguir, os relatórios recebidos foram divididos em três categorias: sistemas diversos, sistemas estruturais e sistemas propulsivos. A Figura 6 apresenta os relatórios referentes a sistemas diversos.

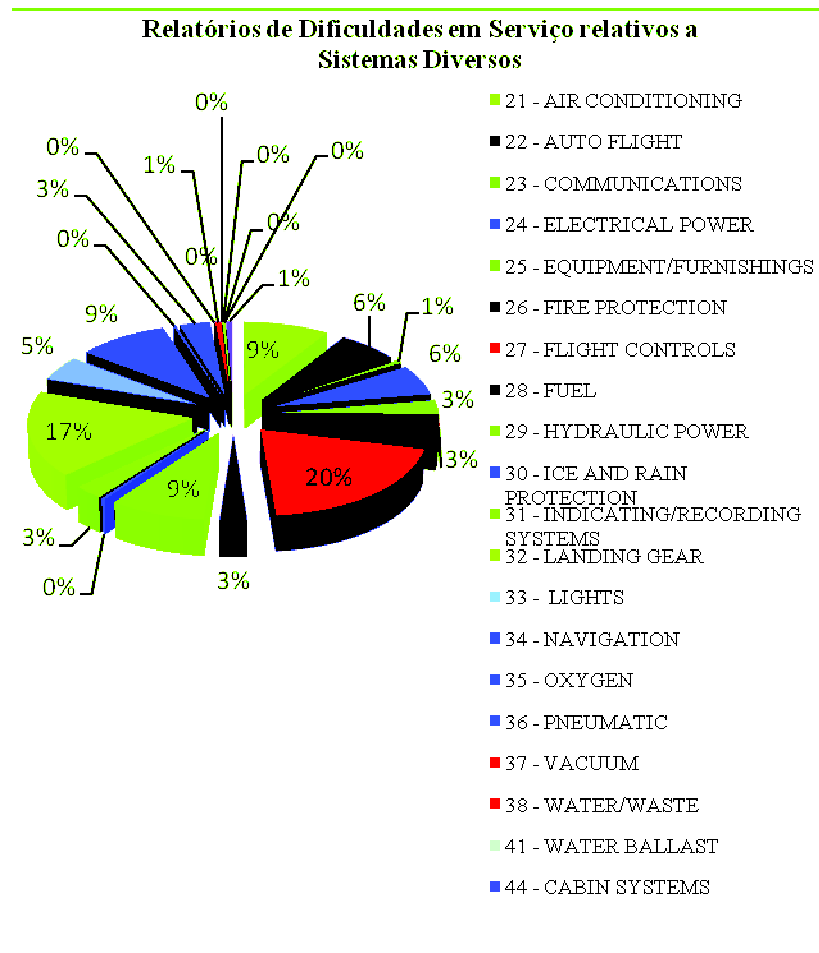


FIGURA 6 – Relatórios de Sistemas Diversos (ANAC, 2011).

A seguir (Fig. 7) apresentam-se os dados gerais referentes aos itens de estruturas.

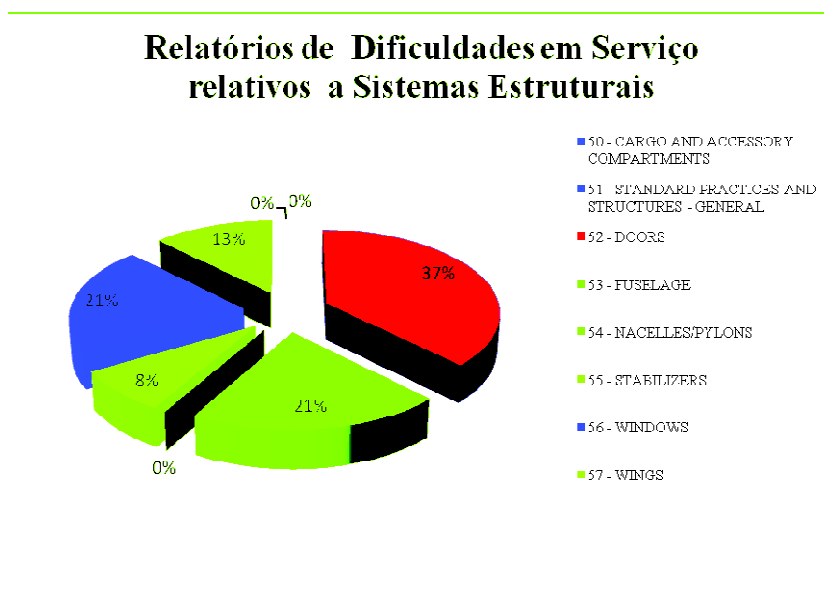


FIGURA 7 – Relatórios de Sistemas Estruturais (ANAC, 2011).

Para os sistemas relativos ao conjunto motopropulsor, têm-se os dados a seguir (Fig. 8).

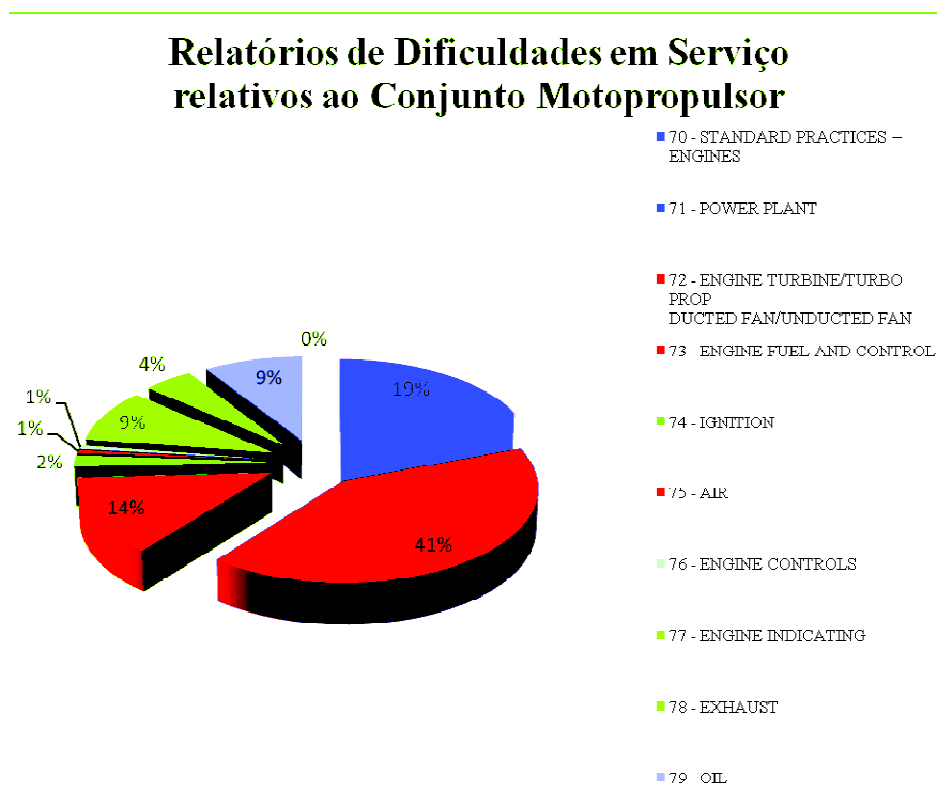


FIGURA 8 – Relatórios de Sistemas Motopropulsores (ANAC, 2011).

Por fim, apresenta-se o percentual de relatórios recebidos relativos aos sistemas

de hélices e rotores (Fig. 9).

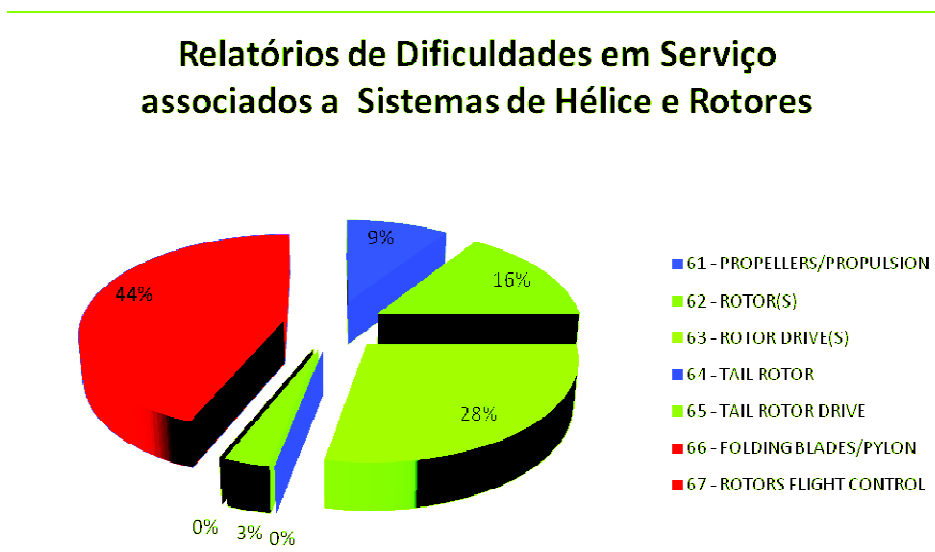


FIGURA 9 – Relatórios de Hélices e Rotores (ANAC, 2011).

4 RELATÓRIOS ENVIADOS POR CÓDIGO ATA

A seguir são apresentados os dados dos relatórios de dificuldades em serviço dos sistemas mais significativos que foram reportados em 2010 no Sistema de Dificuldades em Serviço (ANAC, 2011).

4.1 Sistemas de Aeronaves – ATA 20 a 49.

Incluem-se as dimensões, áreas, elevação e escoramento, pesagem, reboque e táxi, estacionamento e amarrações, placares requeridos e serviços.

4.1.1 SISTEMA DE AR CONDICIONADO – ATA 21.

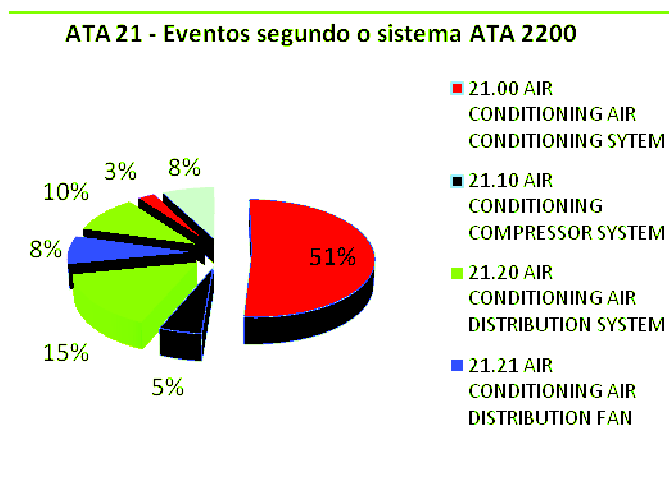


FIGURA 10 – Eventos do Sistema de Ar Condicionado (ANAC, 2011).

4.1.2 SISTEMA DE VOO AUTOMÁTICO – ATA 22.

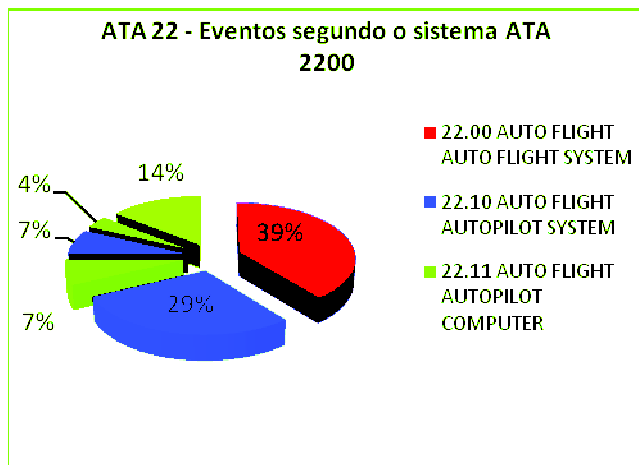


FIGURA 11– Eventos do Sistema de Voo Automático (ANAC, 2011).

4.1.3 SISTEMA DE COMUNICAÇÃO – ATA 23

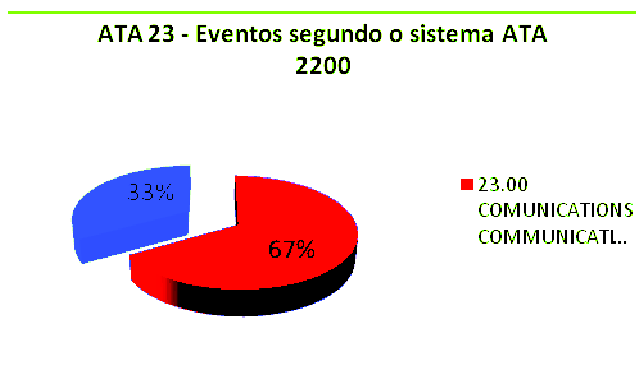


FIGURA 12- Eventos do Sistema de Comunicação (ANAC, 2011).

4.1.4 SISTEMA ELÉTRICO – ATA 24.

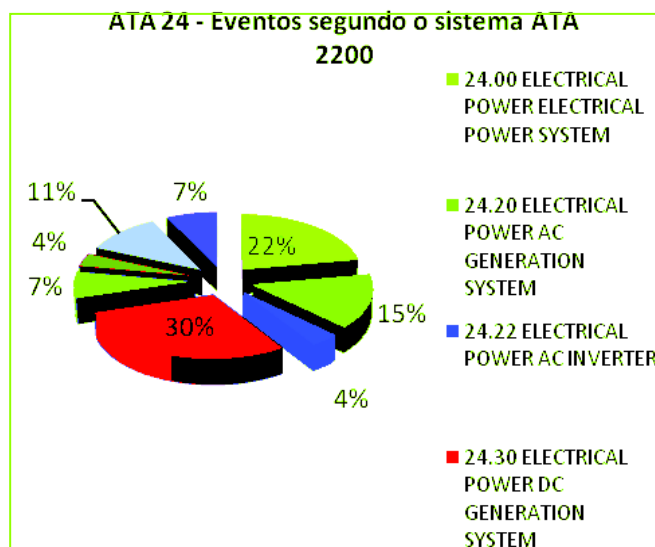


FIGURA 13 – Eventos do Sistema Elétrico (ANAC, 2011).

4.1.5 SISTEMAS INTERIORES – ATA 25

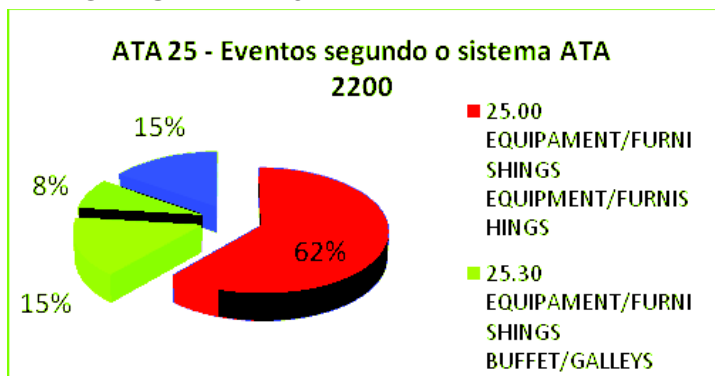


FIGURA 14 – Eventos do Sistema de Interiores (ANAC, 2011).

4.1.6 SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA FOGO – ATA 26

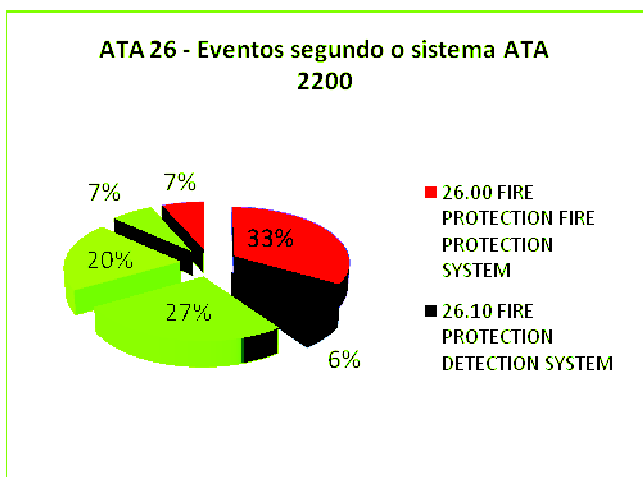


FIGURA 15 – Eventos do Sistema de proteção contra Fogo (ANAC, 2011).

4.1.7 SISTEMA DE COMANDOS DE VOO – ATA 27

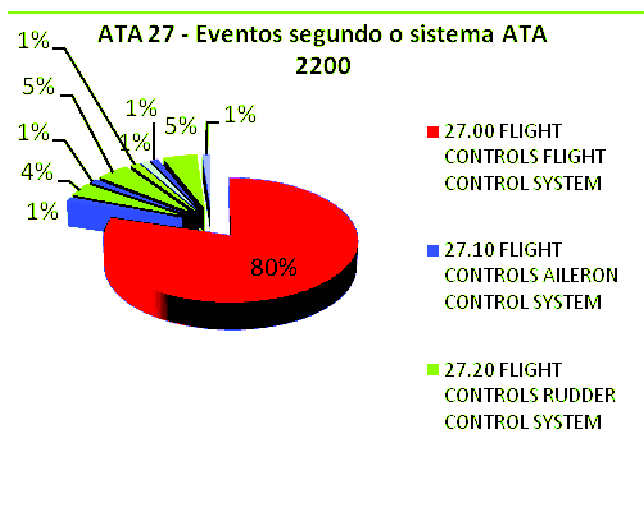


FIGURA 16 – Eventos do Sistema de Comandos de Voo (ANAC, 2011).

4.1.8 SISTEMAS DE COMBUSTÍVEL – ATA 28

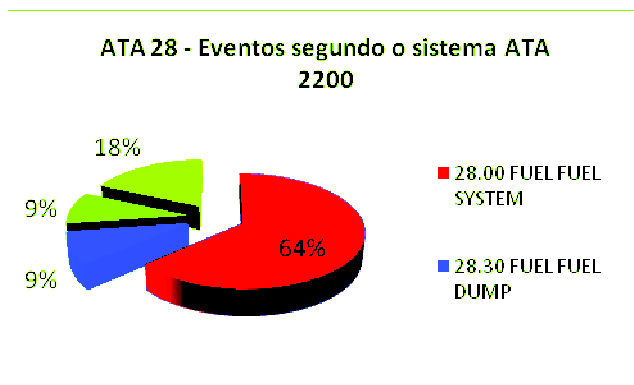


FIGURA 17 – Eventos do Sistema de Combustível (ANAC, 2011).

4.1.9 SISTEMA DE ENERGIA HIDRÁULICA – ATA 29

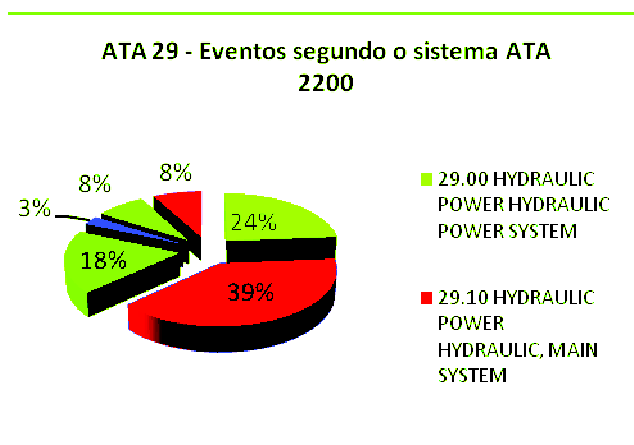


FIGURA 18 – Eventos do Sistema de Energia Hidráulica (ANAC, 2011).

4.1.10 SISTEMA DE INDICAÇÕES – ATA 31

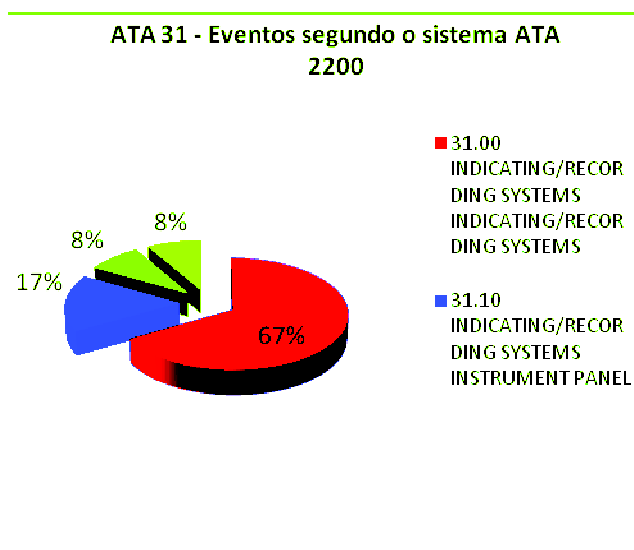


FIGURA 19 – Eventos do Sistema de Indicações (ANAC, 2011).

4.1.11 SISTEMA DE TREM DE POUSO – ATA 32

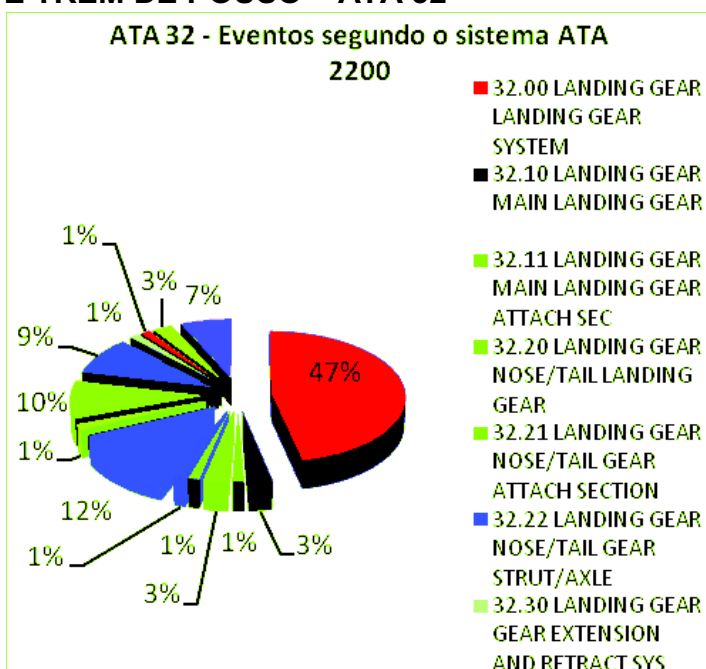


FIGURA 20 – Eventos do Sistema de Trem de Pouso (ANAC, 2011).

4.1.12 SISTEMA DE ILUMINAÇÃO – ATA 33.

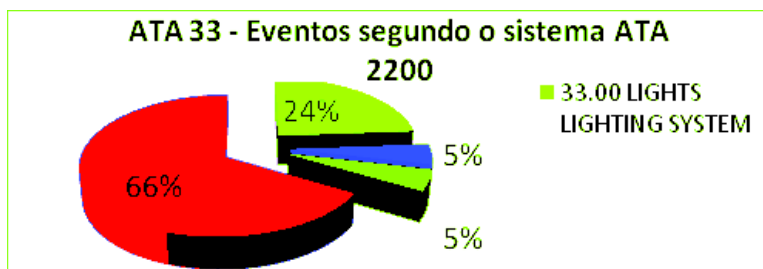


FIGURA 21 – Eventos do Sistema de Iluminação (ANAC, 2011).

4.1.13 SISTEMA DE NAVEGAÇÃO – ATA 34

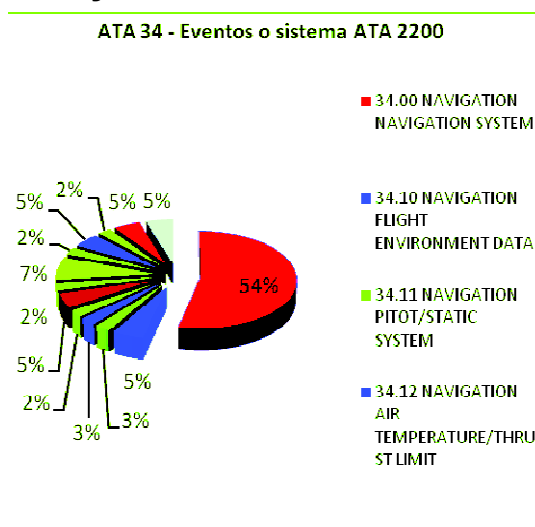


FIGURA 22 – Eventos do Sistema de Navegação (ANAC, 2011).

4.1.14 SISTEMA DE PRESSURIZAÇÃO – ATA 36

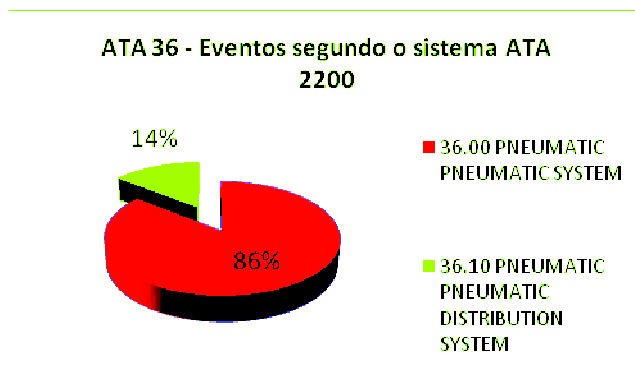


FIGURA 23 – Eventos do Sistema de Pressurização (ANAC, 2011).

4.1.15 SISTEMA DE DETRITOS – ATA 38.

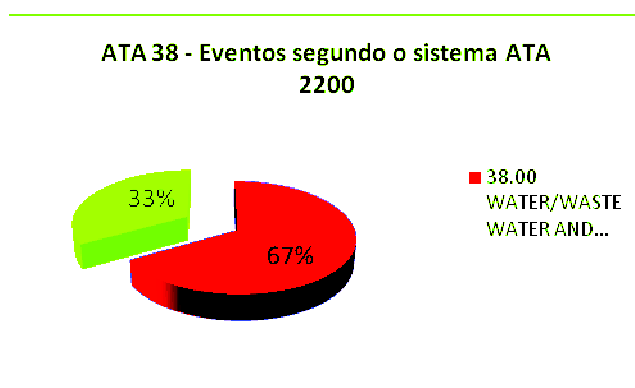


FIGURA 24 – Eventos do Sistema de Detritos (ANAC, 2011).

4.2. Estruturas de Aeronaves – ATA 50 a 59.

4.2.1 SISTEMA DE PORTAS – ATA 52.

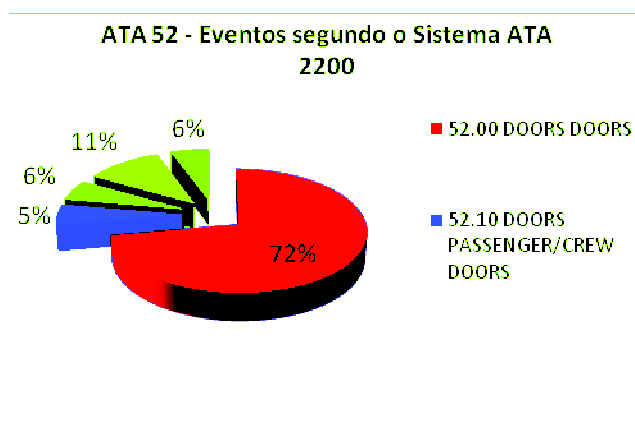


FIGURA 25 – Eventos do Sistema de Portas (ANAC, 2011).

4.2.2 FUSELAGEM – ATA 53.

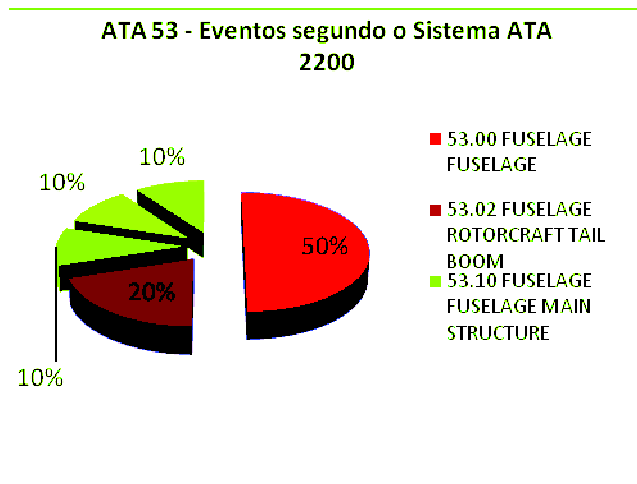


FIGURA 26 – Eventos associados a Fuselagem (ANAC, 2011).

4.2.3 SISTEMA DE ESTABILIZADORES – ATA 55.

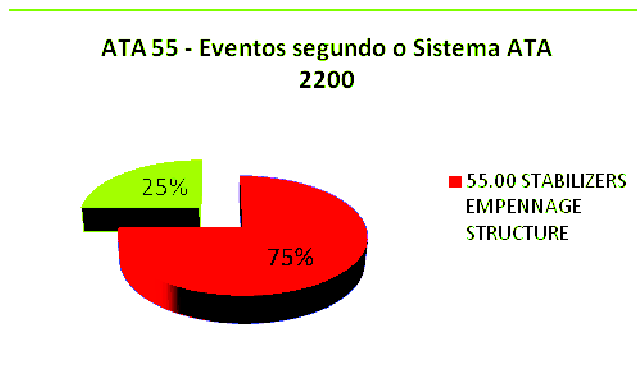


FIGURA 27 – Eventos do Sistema de Estabilizadores (ANAC, 2011).

4.2.4 SISTEMA DE JANELAS – ATA 56.

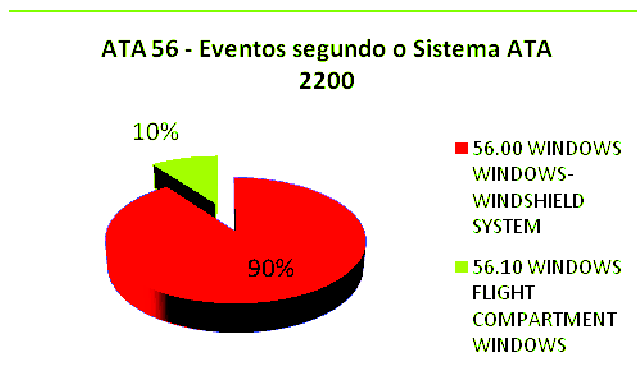


FIGURA 28 – Eventos do Sistema de Janelas (ANAC, 2011).

4.2.5 ASAS – ATA 57.

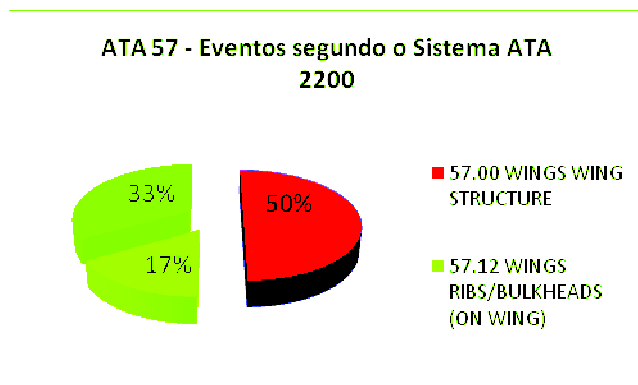


FIGURA 29 – Eventos associados a Asas (ANAC, 2011).

4.3. Hélices e Rotores – ATA 60 a 67

Incluem-se os sistemas de hélices e rotores completos excluindo-se os sistemas de antigelo dos mesmos.

4.3.1 SISTEMA DE HÉLICES – ATA 61.

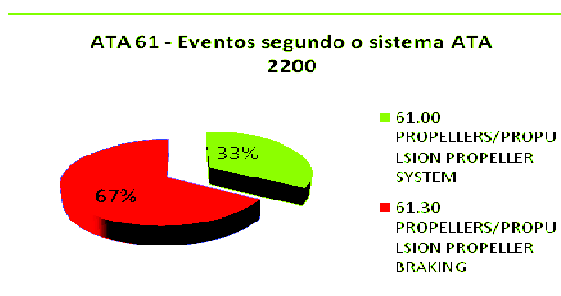


FIGURA 30 – Eventos do Sistema de Hélices (ANAC, 2011).

4.3.2 SISTEMA DE ROTORES – ATA 62.

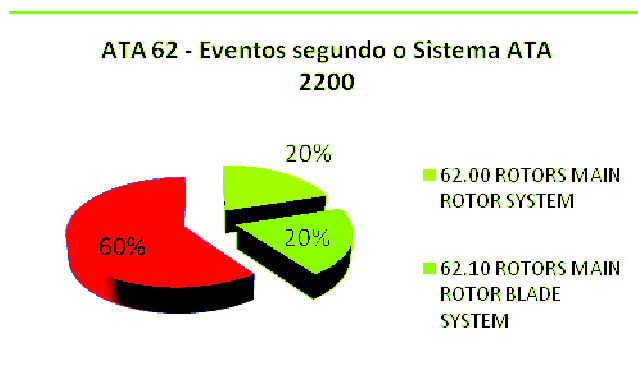


FIGURA 31 – Eventos associados ao Sistema de Rotores (ANAC, 2011).

4.3.3 SISTEMA DE ROTORES PRINCIPAIS – ATA 63.

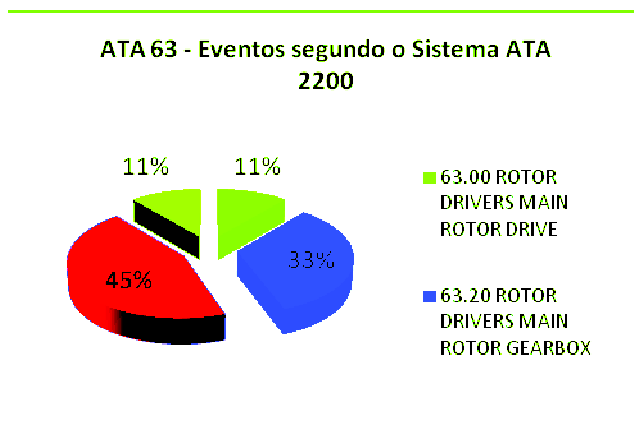


FIGURA 32 – Eventos do Sistema de Rotores Principais (ANAC, 2011).

4.3.4 SISTEMA DE CONTROLE DOS ROTORES – ATA 67.

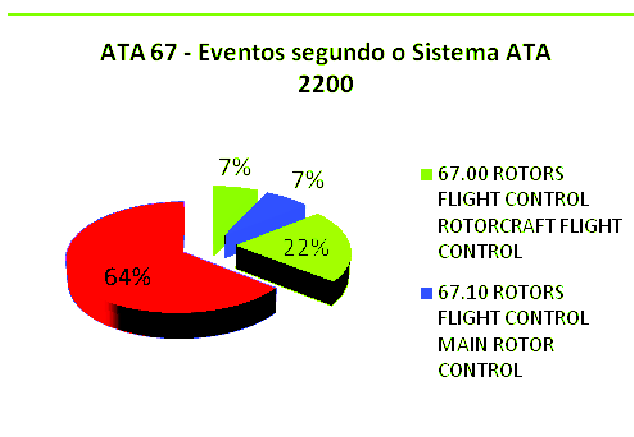


FIGURA 33 – Eventos do Sistema de Controle dos Rotores (ANAC, 2011).

4.4. GRUPO MOTOPROPULSOR – ATA 71 A 84.

Refere-se à unidade de potência completa que desenvolve empuxo por meio da exaustão dos gases ou por meio de hélices, excluindo itens como geradores e compressores, que são cobertos por seus respectivos sistemas.

4.4.1 INSTALAÇÃO DOS MOTORES – ATA 71

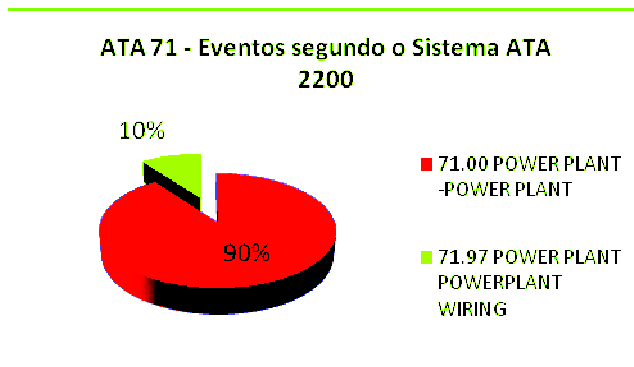


FIGURA 34 – Eventos de Instalação dos Motores (ANAC, 2011).

4.4.2 MOTORES – ATA 72

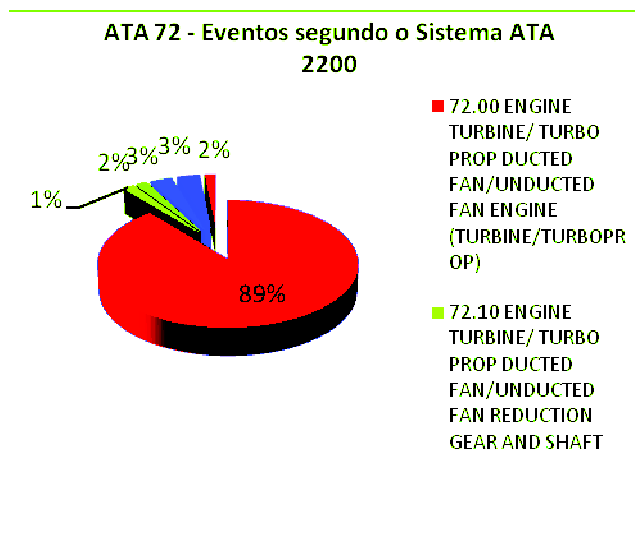


FIGURA 35 – Eventos relacionados a Motores (ANAC, 2011).

4.4.3 CONTROLE E ALIMENTAÇÃO DOS MOTORES – ATA 73

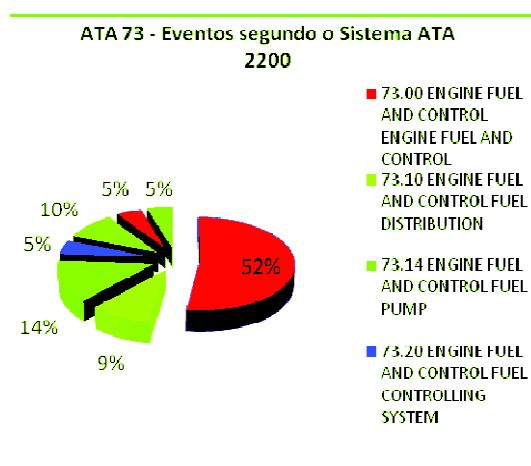


FIGURA 36 – Eventos de Sistemas de Controle e Alimentação dos Motores (ANAC, 2011).

4.4.4 SISTEMA DE IGNIÇÃO – ATA 74.

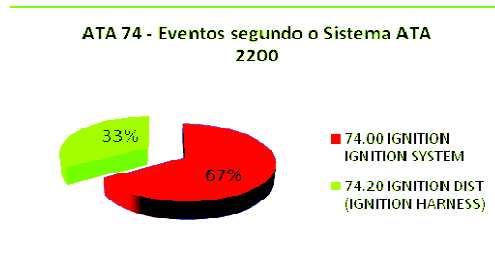


FIGURA 37 – Eventos do Sistema de Ignição dos Motores (ANAC, 2011).

4.4.5 SISTEMA DE INDICAÇÃO DOS MOTORES – ATA 77.

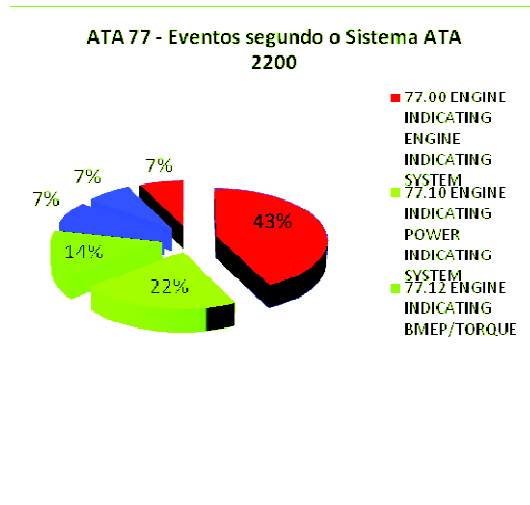


FIGURA 38 – Eventos do Sistema de Indicação dos Motores (ANAC, 2011).

4.4.6 SISTEMA DE EXAUSTÃO – ATA 78.

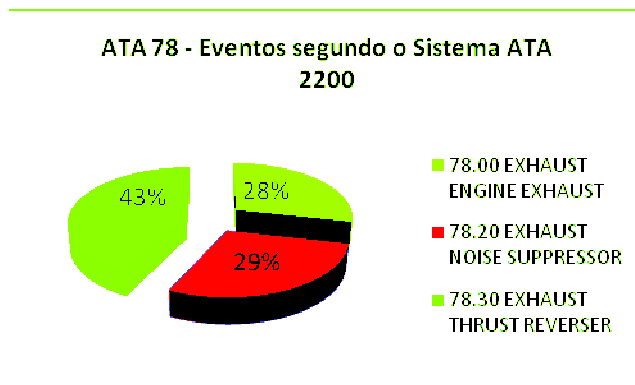


FIGURA 39 – Eventos do Sistema de Exaustão (ANAC, 2011).

4.4.7 SISTEMA DE ÓLEO – ATA 79.

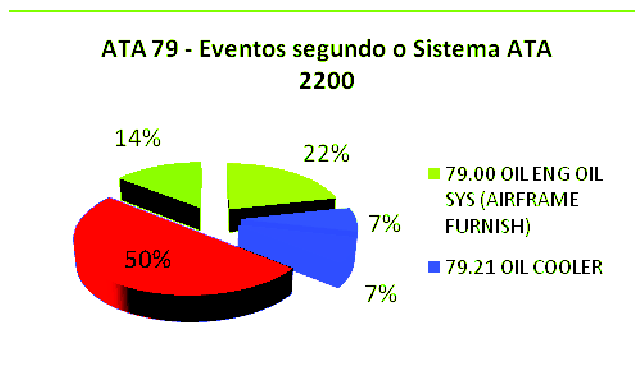


FIGURA 40 – Eventos do Sistema de Óleo (ANAC, 2011).

5 A INSERÇÃO NO SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE SEGURANÇA OPERACIONAL

Define-se sistema como um conjunto de elementos inter-relacionados arranjados para desempenhar uma função específica (SAE, 1996).

De acordo com (ICAO, 2009), o Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional (SGSO) funciona como uma caixa de ferramentas, onde as ferramentas necessárias para identificar os perigos e gerenciar os riscos estão guardadas e protegidas.

Entende-se o Sistema de Dificuldades em Serviço (*Mandatory Occurrence Reports-MOR*) como uma dessas ferramentas guardadas na caixa. Sendo assim, para que este sistema atenda seu propósito no contexto da garantia da segurança operacional deve-se promover a sinergia entre os diversos elos do sistema de aviação civil visando a otimização do fluxo das informações contidas neste sistema.

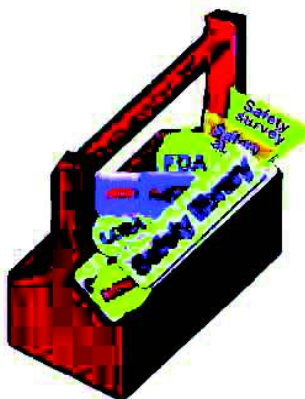


FIGURA 41 – Caixa de ferramentas (ICAO, 2009).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora não haja uma análise mais detalhada em relação aos eventos de cada um dos sistemas apresentados, nota-se um aumento do número de reportes de Dificuldades em Serviço, sobretudo pelas empresas regidas pelo RBAC 121, resultado do trabalho de divulgação exercido pela ANAC, tanto na formação dos novos Inspectores de Aviação Civil (INSPAC) como na atuação junto às empresas.

Contrastando com esse cenário, nota-se que ainda se faz necessário uma maior divulgação do Sistema de Dificuldades em Serviço entre as organizações de

manutenção aeronáutica, regidas pelo RBHA 145 e as empresas de transporte aéreo regidas pelo RBAC 135.

Por fim, entende-se que o Sistema de Dificuldades em Serviço atual necessita ter uma maior abrangência e divulgação para que se consiga atingir os objetivos preconizados pela OACI no estabelecimento dos sistemas de gerenciamento da segurança operacional.

AGRADECIMENTOS

A Agência Nacional de Aviação Civil pela oportunidade de aprimoramento contínuo.

IN-SERVICE DIFFICULTIES: SUMMARY OF 2010

ABSTRACT: According to the International Civil Aviation Organization (ICAO), continuing airworthiness is the set of processes demanding all aircraft to comply with the airworthiness requirements in their type certification basis, or imposed as part of the State of Registry's regulation requirements in order to guarantee the safe continued operation of the aircraft during their entire operating life. This paper presents the year 2010 in-service difficulty events, which were communicated to the National Civil Aviation Agency (ANAC), as part of the regulatory requirements governing the operators, aeronautical maintenance organizations and manufacturers of aeronautical products.

KEYWORDS: Airworthiness. In-Service Difficulties. Flight Safety.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (Brasil)]. **Sistema Integrado de Informações da Aviação Civil (SINTAC)**. Disponível em: <https://sistemas.anac.gov.br/rds/ConsultarRDS/Cadastrar/AcaoInicializarFprmCadastrar.do?init=true> >. Acessado em 04 de julho de 2011.
- _____. Certificação de Produto Aeronáutico. **RBAC 21**, Emd. 00, 2010.
- _____. Diretrizes de Aeronavegabilidade. **RBAC 39**, 2011a.
- _____. Requisitos operacionais: operações domésticas, de bandeira e suplementares. **RBAC 121**, Emd. 00, 2010a.
- _____. Requisitos Operacionais: operações complementares e por demanda. **RBAC 135**, Emd. 00, 2010b.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Aviação Civil . Empresas de Manutenção de Aeronaves. **RBHA 145**, Emd. 145-04, 2005.

EUROPEAN AVIATION SAFETY AGENCY (EASA). **Continuing Airworthiness requirements: Part M**. Disponível em: <<http://www.easa.europa.eu/rulemaking/technical-publications.php>>. Acesso em: 04 jul. 2011.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Airworthiness Manual(Doc. 9760)**. Montreal: ICAO, 2007.

_____. **Operation of Aircraft (Annex 6)**. Montreal: ICAO 2007a.

_____. **Airworthiness (Annex 8)**. Montreal: ICAO, 2005.

_____. **Safety Management Manual (Doc. 9760)**. 2. ed. Montreal: ICAO, 2009.

POSSI, J. R., CRUCELLO, P., R., OLIVEIRA, F., O. Um Novo Modelo para Submissão de Ocorrências Aeronáuticas, In: SIMPÓSIO DE SEGURANÇA DE VOO, 3., 2010, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: GEEV, 2010.

SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS (SAE). Guidelines and methods for conducting the safety assessment process on civil airborne systems and equipment. **Aerospace Recommended Practice (ARP) 4761**, SAE Inc., 1996.

A RESPONSABILIDADE CIVIL NO CONTROLE DE TRÁFEGO AÉREO

Gustavo Borges Basilio ¹

Maria Terezinha Pavan ²

Fernando de Oliveira Pontes ³

Artigo submetido em: 09/11/2011

Aceito para publicação em: 13/02/2012

RESUMO: Este trabalho tem como objetivo mostrar a relação entre a responsabilidade civil e a atividade de controle de tráfego aéreo em caso de sinistro aéreo que tenha como fatores contribuintes aspectos ligados ao serviço prestado pelo controlador de voo. Através de revisão literária, o artigo apresenta inicialmente a responsabilidade civil dentro do Direito Civil e Aeronáutico. Em seguida, são abordados conceitos específicos sobre responsabilidade e a atividade do controlador de tráfego aéreo com foco nas falhas latentes do sistema organizacional e não na culpabilidade do agente. Na conclusão, procurou-se demonstrar a importância para a segurança de voo de uma revisão da legislação civil atual para a área de tráfego aéreo.

PALAVRAS-CHAVE: Responsabilidade civil. Direito aeronáutico. Controle de tráfego aéreo.

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da aviação aproximou diferentes nações, interferindo nos aspectos social, econômico e cultural da humanidade, principalmente após as duas

1 Oficial Aviador da Força Aérea Brasileira, Graduado em Ciências Aeronáuticas pela AFA, Investigador de Acidentes Aeronáuticos pelo CENIPA e Mestrando em Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade Continuada pelo ITA. basorion2000@yahoo.com.br

2 Graduada em Comunicação Social com Habilitação em Jornalismo pela Universidade Estadual de Londrina 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

3 Possui graduação em Direito pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1990), mestrado em Direito pela Universidade Gama Filho (2001) e doutorado em Direito pela Universidade Gama Filho (2007). Atuou como Assistente Jurídico em órgão da União, professor da Universidade Cândido Mendes e UNIGRANRIO, coordenador e professor da Universidade Veiga de Almeida, professor convidado da Fundação Getúlio Vargas - RJ, professor convidado - IBMEC Educacional S.A, professor convidado do mestrado do Instituto Tecnológico de Aeronáutica, representante do governo brasileiro - Poder Executivo e pesquisador e professor da Universidade Suam e Unifoa. Tem experiência na área de Direito, com ênfase em Direito, atuando principalmente nos seguintes temas: direito internacional público, aviação, contratos, direito aeronáutico e direito internacional. fernandorj@globo.com

grandes guerras mundiais. Dados estatísticos revelam que no ano de 2010, aproximadamente 70% dos passageiros que chegaram ao Brasil utilizaram o transporte aéreo (BRASIL, 2011), sinalizando a importância e a eficácia do setor na vida socioeconômica do país. Segundo Cavalcanti (2002), esse movimento de pessoas gera determinados conflitos, de um público exigente, e que, perpetuando-se os conflitos, estes acabam por chegar às portas do judiciário, tendo como base o Direito Civil.

Dentro da área civil do Direito, segundo Crispino (2000), a ideia de reparar o dano causado está relacionada à responsabilidade civil. Tal responsabilidade corresponde ao dever de determinado indivíduo ou empresa reparar o prejuízo sofrido por outrem, em razão de um acordo anteriormente firmado, ou por imposição de lei.

Com a evolução do sistema aeronáutico, cresceu também a necessidade do estabelecimento das regras de responsabilidade civil para o provedor do transporte aéreo e seu usuário, o que ampliou a consciência de direitos e deveres dentro desse sistema de transporte. Conforme Cavalcanti (2002), desde a compra da passagem aérea até a chegada do passageiro ao seu destino, diversas situações podem ocorrer com possibilidades de causar dano ao transportado, com o consequente dever de reparação do transportador, sendo o acidente aéreo, com a queda, ou colisão de aeronaves, a mais agravante dentre todas as possíveis ocorrências.

Embora as taxas de acidentes envolvendo aeronaves comerciais tenham diminuído expressivamente ao longo das últimas décadas, atingindo um acidente por milhão de decolagens, ainda assim, por menor que seja o número de acidentes aéreos, sua ocorrência é sempre traumática (CAVALCANTI, 2002). Mesmo com a preocupação constante da aviação com altos padrões de segurança e eficiência, a relação do transportador com o usuário do transporte aéreo conta com o apoio do Direito Aeronáutico, que surge com a necessidade de regulação da atividade.

Farias e Paiva (2011) definem Direito Aeronáutico:

O Direito Aeronáutico aborda as relações jurídicas vinculadas com a navegação aérea, o transporte aéreo no campo doméstico e internacional e a aviação civil em geral, ou seja, a movimentação de aeronaves no espaço com acentuada influência do ar - atualmente esse conceito é aceito até aproximadamente 80 km de altitude, entretanto, com o desenvolvimento

tecnológico esse parâmetro pode ser modificado - a comercialização do transporte aéreo e as demais atividades afins. É um Direito dinâmico para poder acompanhar as constantes alterações e a modernidade que flui do progresso e da tecnologia aplicada à aviação civil (FARIAS; PAIVA, 2011, p.1).

O ramo do Direito Internacional Público, onde está inserido o próprio Direito Aeronáutico, que regula as atividades dos Estados, de suas empresas públicas e privadas, bem como das organizações internacionais intergovernamentais, na exploração do transporte aéreo internacional, e estabelece o regime jurídico do transporte aéreo internacional é baseado nos Tratados Internacionais (FILHO, 1997).

Apesar de os voos domésticos serem regulados pela legislação interna de cada Estado, normalmente essas normas acompanham os Tratados Internacionais. No Brasil, o Direito Aeronáutico é regulado pelos Tratados, Convenções e Atos Internacionais dos quais o país faz parte, bem como pelo Código Brasileiro de Aeronáutica (CBA), que se aplica a voos domésticos e internacionais em todo o território nacional, assim como, no exterior, até onde for admitida a sua extraterritorialidade (BRASIL, 1986).

O Decreto 20.704/31 promulgou o ordenamento nacional da Convenção de Varsóvia, de 12 de outubro de 1929, que unificou as normas internacionais referentes ao transporte aéreo internacional, abrangendo os casos de responsabilidade civil na condição de acidente aéreo (AMARAL, 2009). Reconhecendo, a comunidade internacional, a importante contribuição da Convenção, bem como a necessidade de modernizar e refundir seus dispositivos, foi celebrada nova Convenção, na cidade de Montreal, em 28 de maio de 1999.

A Convenção de Montreal, como ficou conhecida a antiga Convenção de Varsóvia a partir de 1999, foi aprovada pelo Congresso Nacional por meio do Decreto Legislativo nº 59, de 18 de abril de 2006 e promulgada pelo Decreto nº 5.910, de 27 de setembro de 2006, da Presidência da República, passando, novamente, a fazer parte do ordenamento jurídico nacional.

Um dos principais objetivos da nova Convenção foi assegurar a proteção dos interesses dos usuários do transporte aéreo internacional e a necessidade de uma

indenização equitativa, fundada nos princípios da restituição dos danos causados aos passageiros nos casos de extravio de bagagem e carga, atrasos nos voos e acidentes.

De maneira geral, as condutas e as exigências do mundo jurídico parecem se assemelhar aos costumes do dia a dia de uma nação civilizada e desenvolvida, onde prazos devem ser cumpridos juntamente com presença da boa fé. Pode-se dizer que a lei disciplina condutas que devem ser respeitadas, observando-se os limites das leis superiores.

Dentro desse contexto de normas e condutas jurídicas está presente também a relação da responsabilidade civil com o controle de tráfego aéreo. Entretanto, faz-se necessário esclarecer alguns conceitos e definições referentes à responsabilidade civil e o controlador de tráfego aéreo.

2 RESPONSABILIDADE CIVIL

A responsabilidade civil busca determinar em que condições uma pessoa ou empresa pode ser considerada responsável pelo dano sofrido por outra e em que medida está obrigada a repará-lo (PEREIRA, 1998).

Essa reparação do dano é feita através de indenização, na maioria das vezes de forma pecuniária. Como a responsabilidade civil é patrimonial, é o patrimônio do devedor quem responde pelas obrigações impostas em lei. Porém, só haverá consequência ao patrimônio do causador do dano se a vítima assim o requerer. O princípio básico da obrigação em reparar o dano é que deve existir a culpa. Se não existe culpa, não existe obrigação de reparação ao dano causado (PEREIRA, 1998).

Dentro da teoria clássica da responsabilidade civil, existem ainda a teoria subjetiva e a teoria objetiva. A teoria subjetiva está atrelada a existência da prova de culpa. Como, muitas vezes, a pessoa que sofreu o dano não obtém as provas necessárias sobre a culpa do agente causador do dano, mesmo sofrendo os danos, a pessoa vitimada não consegue receber a indenização referente ao dano causado. Já a teoria objetiva entende que a reparação do dano pode ser concretizada mesmo sem que a vítima consiga provar a culpa de quem causou o dano (PEREIRA, 1998).

Garcia (2006) cita como elementos essenciais para a responsabilização civil o agente, a vítima, a conduta, a culpa, o dano e o nexo de causalidade. Dentro desse contexto, Trovão (2005) ressalta que a aferição da culpa é absolutamente necessária para haver a responsabilização do agente pela conduta. Vale observar que na culpa não existe a intenção de prejudicar o outro, não existe a má-fé. Considerando que a conduta é também elemento primordial, a culpa então é o que pode ser designado, ao lado do nexo de causalidade, de pressuposto obrigatório, ou mínimo, do ato ensejador de indenização (JUNIOR, 2004).

No artigo 159 do já extinto Código Civil de 1916 e nos artigos 927 e 186 do Código Civil atual está claro que a conduta do agente deve ser culposa, para obrigar a reparação (CAVALCANTI, 2002).

Art. 159. Aquele que, por ação ou omissão voluntária, negligência ou imperícia, violar direito ou causar prejuízo a outrem, fica obrigado a reparar o dano (BRASIL, 1916).

A interpretação do artigo 159 do antigo Código pode gravitar sobre a conduta levada a cabo da má-fé ou que contrarie a proibição legal (a ação), a não realização de algo a que o agente estava obrigado, por dever legal, a fazê-lo (a negligência), bem como ao erro do profissional na realização de seu mister (a imperícia), gerando o prejuízo experimentado pela vítima (SANTANA, 2002). Ou seja, é preciso que exista um nexo de causalidade entre o atuar do agente e o dano, numa relação de causa e efeito (CAVALCANTI, 2002).

Art. 927. Aquele que, por ato ilícito (arts. 186 e 187), causar dano a outrem, fica obrigado a repará-lo.

Parágrafo único. Haverá obrigação de reparar o dano, independentemente de culpa, nos casos especificados em lei, ou quando a atividade normalmente desenvolvida pelo autor do dano implicar, por sua natureza, risco para os direitos de outrem (BRASIL, 2002).

Em complemento, estão os artigos 186 e 187:

Art. 186. Aquele que, por ação ou omissão voluntária, negligência ou imprudência, violar direito e causar dano a outrem, ainda que exclusivamente moral, comete ato ilícito.

Art. 187. Também comete ato ilícito o titular de um direito que, ao exercê-lo,

excede manifestamente os limites impostos pelo seu fim econômico ou social, pela boa-fé ou pelos bons costumes (BRASIL, 2002).

Trovão (2005) explica que a ação ou intenção da conduta do agente causador do dano pode ser classificada em três tipos: negligência, imprudência e imperícia. Negligência caracteriza-se pela desatenção ou falta de cuidado ao exercer certo ato. Por outro lado, age com imprudência aquele que, mesmo sabendo do grau de risco envolvido, acredita que seja possível a realização do ato sem prejuízo para qualquer um, excedendo os limites do bom senso e da justeza dos próprios atos. Na imperícia, requer-se do agente o não uso de técnica que lhe é própria ou exigível até mesmo pelo seu mister.

Ao Estado cabe o ordenamento jurídico. Toda vez que o equilíbrio é perturbado por ato que resulte em dano, tal dano deve ser imediatamente restituído, tomando o Estado para si a tutela jurisdicional com intuito de preservar esse mesmo equilíbrio (TROVÃO, 2005).

Cavalcanti (2002) ressalta que o artigo 37, parágrafo 6º da Constituição Federal de 1988, solidificou a compreensão de ser objetiva a responsabilidade civil do Estado e das empresas prestadoras de serviços públicos. Assim sendo, Estado e empresas, ao desempenharem suas atividades, causando dano a qualquer cidadão, devem repará-lo. Dessa forma, a responsabilidade objetiva estendeu-se também ao Código de Proteção e Defesa do Consumidor (CDC) que passa a ser subsidiário do Código Brasileiro de Aeronáutica (CBA), tornando possível que as situações não previstas nas regras de aviação possam ser tratadas pelo CDC.

No Brasil, existem aparentes conflitos dentro da legislação interna, divididos entre os que defendem a aplicação do Código Brasileiro de Aeronáutica para dirimir conflitos oriundos de contratos de transporte aéreo e os que defendem a aplicação, também, do Código de Defesa do Consumidor. A responsabilidade civil do CDC é mais favorável ao usuário por defender a inversão do ônus da prova quando da responsabilidade objetiva, adotando-se o princípio da reparação efetiva e íntegra. Já o Código Brasileiro de Aeronáutica, em sintonia com a legislação internacional, prevê uma indenização tarifada (PEDRO, 2003).

De acordo com Pedro (2003), alguns estudiosos do Direito Aeronáutico entendem que o Código Brasileiro de Aeronáutica prevalece sobre o Código de Defesa do Consumidor por ser mais específico do que o CDC, o qual trata dos direitos do usuário do serviço de transporte aéreo de forma ampla e genérica.

Por outro lado e de acordo com Cavalieri Filho (2006), não há como contestar a incidência do CDC nos casos de prejuízos ocorridos por ocasião do transporte de passageiros por se tratar de serviço público e relação de consumo, não podendo as empresas que o exploram ficar fora do regime de indenização integral estatuído no Código de Defesa do Consumidor (arts. 6º, I e VI, e 25).

Conclui Cavalieri Filho:

Não vale argumentar que o Código de Defesa do Consumidor, por ser lei geral posterior, não derogou o Código Brasileiro de Aeronáutica, de natureza especial e anterior – *lex posterior generalis non derogat priori speciali* – porque essa regra, além de não ser absoluta, não tem aplicação no caso em exame [...] É impertinente a regra *lex posterior generalis non derogat priori speciali*, porque, tratando-se de relação de consumo, o Código do Consumidor é a lei própria, específica e exclusiva (CAVALIERI, 2006, p. 349-350).

3 O CONTROLADOR DE TRÁFEGO AÉREO

No contexto da navegação aérea está o controle de tráfego aéreo, que é um serviço prestado por controladores de tráfego aéreo, realizado em terra, de onde orientam e monitoram aeronaves no ar e/ou no solo, de forma a garantir um fluxo de tráfego rápido, ordenado e seguro. Os controladores emitem autorizações e informações de voo sobre rotas, altitudes e velocidades, de acordo com as características operacionais das aeronaves e as condições de tráfego em determinado momento. Uma das principais tarefas do controlador é separar o tráfego das aeronaves no espaço aéreo e nos aeroportos, de maneira a cumprir com o proposto pelos operadores. Apesar dos pilotos terem o dever de cumprir as autorizações e instruções emitidas pelos controladores, propostas para o voo, cabe ao piloto a responsabilidade final pela segurança da

aeronave, podendo, em caso de emergência ou outras situações que afetem a segurança, não cumprir as instruções do controle de tráfego aéreo (BRASIL, 2009).

Para realizar seu trabalho, o controlador se utiliza de normas e padrões definidos e aprovados pelas entidades aeronáuticas nacionais e internacionais, que regulamentam a circulação do tráfego de aeronaves. Internacionalmente, a regulamentação é sugerida pela Organização da Aviação Civil Internacional (OACI) ou Convenção de Chicago, da qual o Brasil é signatário. Dentre as publicações utilizadas no Brasil, a Instrução do Comando da Aeronáutica - Regras do Ar e Serviços de Tráfego Aéreo (ICA 100-12), também denominada bíblia do controlador, é onde estão descritas, em conformidade com as regras internacionais, todas as instruções padronizadas previstas em legislação.

O desempenho do trabalho de forma segura requer que o controlador de tráfego aéreo possua certas habilidades, tais como: raciocínio espacial, controle emocional, raciocínio rápido, trabalho em grupo, entre outras. Por isso, a formação de um controlador também está atrelada às normas e padronizações nacionais e internacionais.

A atividade do controle de tráfego aéreo tem se tornado cada dia mais complexa. Tal fato é devido, principalmente, ao aumento do número de aeronaves que cruzam os céus e à modernização dessas mesmas aeronaves, que se tornam mais velozes e continuam a compartilhar o mesmo espaço aéreo com aeronaves mais antigas e lentas.

O trabalho do controlador está atrelado a um alto nível de responsabilidade, pois uma falha, um erro, pode significar a perda de centenas de vidas. O controlador pode ser considerado o elo do Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro (SISCEAB) fazendo a interface mais próxima a um acidente.

Junto ao grau de responsabilidade do trabalho do controlador está também a responsabilidade civil à que ele deve responder caso haja alguma falha em seu serviço, como no caso de um acidente, em que cause dano a outro, como trata o artigo 927 do Código Civil Brasileiro. Vale ressaltar que, inicialmente, a responsabilidade objetiva é da administração pública que pode atribuir responsabilidade ao empregado público que causou o dano a terceiros, porém de forma subjetiva, tendo que provar culpa e mediante

processo administrativo ou judiciário permitindo o contraditório e a ampla defesa.

Dentro do contexto da investigação por conduta, danos e culpa, o Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SIPAER) considera a harmonia do trinômio homem, meio e máquina responsável pela garantia da segurança aérea (ARAUJO, 2008).

4 A RESPONSABILIDADE CIVIL E O CONTROLE DE TRÁFEGO AÉREO

A pesquisadora Rita Araujo (2008) aborda em artigo que a ideia de prevenção, e não a de punição seja um dos princípios orientadores para a gestão do controle de tráfego aéreo. Relata que os controladores de tráfego aéreo estão sendo condenados por negligência, irresponsabilidade e dolo (intenção de causar dano na ação) no acidente do Gol/Legacy, acrescentando que os controladores chegaram a um ponto máximo de vulnerabilização moral como categoria profissional.

Para Araujo (2008), a saída simplista da culpabilização do trabalhador é marca de um sistema que não reconhece as deficiências de suas concepções, atribuindo a responsabilidade ao operador.

O sistema judiciário brasileiro tem sua base no Código Civil que busca os elementos essenciais para implicações de responsabilidade, com fins de evidenciar culpa ao agente causador do dano à vítima, através de sua conduta e do nexo de causalidade, conforme aborda Garcia (2006).

Para o controlador, no entanto, encontra-se o dilema entre executar um trabalho em sua melhor intenção e de forma correta e a punição pelo possível erro com base nas leis que regem a responsabilidade civil.

Araujo (2008) explica que o prazer pelo trabalho de controlador de voo pode ser entendido, como uma perversão ligada ao mecanismo de defesa, que mascara o medo do trabalhador diante de situações que estão fora do seu controle. Acrescenta que a representação mental de domínio do sistema poderia ser entendida como uma elaboração de defesa psíquica específica. Para Araujo (2008), ficou visível em seus estudos que a atividade de controle de tráfego aéreo é motivo de um grande prazer.

Essa característica de realizar o trabalho com grande prazer pode, de certa forma, afastar a possibilidade de dolo quando de erro humano durante a execução do trabalho de controlador, considerando-se que no dolo existe a intenção ou a má-fé durante a conduta do agente causador do dano.

Necessário observar que existe no ordenamento jurídico a possibilidade do dolo eventual, que, no campo cível, equivale à culpa grave. Assim, há condutas de agentes que se amoldam ao dolo eventual, quando há a consciência do agir em desacordo com normas e regulamentos, mesmo com boa-fé, mas desprezo por suas consequências. Ou seja, o agir com dolo eventual é, portanto, quando o agente não quer diretamente o resultado, contudo assume o risco de produzi-lo.

No entanto, investigações sobre acidentes com danos causados a terceiros, ao buscarem responsabilidade civil apontando culpados, podem encontrar na conduta do agente causador resultados que estão implícitos na organização de forma latente. Imperícia, negligência e imprudência podem não ser conduta exclusiva do agente causador da falha ativa que gerou o dano. Ou seja, uma falha latente pode ser uma prática comum dos membros do grupo e que resulta em falha ativa realizada por um único agente quando do momento de um acidente aéreo.

Imperícia não deve ser conduta presente na ação do controlador de tráfego aéreo ao desempenhar sua atividade técnica, pois o agente necessita ter conhecimento técnico e habilidade específica para exercer sua função, comprovados através de curso de formação e estágio prático que culminam na emissão de certificado de habilitação técnica. Se imperícia for detectada ao se apurar a responsabilidade civil, pode ser que esta condição não esteja presente na conduta do exercício da atividade como um todo, mas sim em parte de atividade ou de sistemas implantados, o que pode comprovar uma falha latente, onde a organização não treinou devidamente o agente para desempenhar a função a que se propõe, em sua íntegra.

Imprudência e negligência também podem caracterizar falhas latentes na organização ou no sistema como questão cultural. Ou seja, se o agente faz algo que não deveria fazer (imprudência) afastando-se dos mínimos exigidos para segurança da

execução da atividade, ou, se o agente não faz o que deveria fazer (negligência), abstendo-se de proceder conforme procedimentos seguros previstos em normas, pode estar agindo conforme padrões culturais desenvolvidos pelos próprios agentes que fazem parte da organização.

Nesse contexto de falhas latentes e falhas ativas de variáveis subjetivas, constata-se que se sentir responsável por vidas humanas parece ser extremamente custoso e gera ansiedade e estresse, na medida em que o controlador conhece as deficiências do sistema (ARAUJO, 2008).

Portanto, claro se mostra que no caso de acidente ou incidente causado por falha ou mau funcionamento do serviço de controle de tráfego aéreo ou de seus operadores, não se deve falar em direito de regresso contra o responsável ou em culpa concorrente do agente, conforme prevê o art. 37, § 6º da CF/88. Isto porque, mesmo se considerada uma situação em que o controlador foi imperito ou imprudente, tal fato ocorreu ou pela ineficiência do Estado em preparar o agente adequadamente para o serviço, ou pela deficiência em impedir que o controlador agisse de forma imprudente, descumprindo regras explícitas, sempre na tentativa de facilitar ou agilizar o serviço por ele prestado, indispensável, no entanto, a presença da boa-fé na ação, nunca da intenção de causar dano.

Ainda assim, a condenação de controladores de voo por erros ou falhas na prestação do serviço, mina uma das mais importantes ferramentas de prevenção de acidentes aeronáuticos, qual seja, a cultura da não punição ao indivíduo que por motivos vários comete erros e falhas, e que, por tal cultura ainda presente na aviação, reporta essas falhas aos supervisores e auditores, na intenção de melhora da segurança e eficiência do sistema.

Nesse contexto, aponta-se ainda que, nos casos de acidentes com fatores contribuintes envolvendo os serviços de tráfego aéreo, a responsabilidade do dever de indenizar continua sendo da empresa aérea concessionária do serviço, porém esta sim com o direito de regresso contra a União.

5 CONCLUSÃO

Embora o Direito Aeronáutico dentro da esfera da responsabilidade civil busque o agente causador do dano para prover os reparos exigidos em lei, no controle de tráfego aéreo, as investigações buscam as causas com enfoque preventivo para reparo das falhas ativas e latentes evitando que danos similares se repitam.

Dentro do controle aéreo, a falha humana geralmente não se restringe a um só agente causador, mas a uma sequência de agentes causadores considerados de efeito dominó, pois na ocorrência de um acidente a contribuição humana está normalmente relacionada a uma posição hierárquica de 'não governabilidade' dentro do sistema (ARAUJO, 2008). Ou seja, deve-se distinguir a falha ativa da falha latente na contribuição humana nos acidentes, considerando-se que as falhas latentes estão presentes no interior das estruturas sistêmicas, muito tempo antes de um acidente acontecer, sendo introduzidas por níveis hierárquicos superiores ligados ao aspecto institucional e administrativo (ARAUJO, 2008).

Como as causas de acidentes estão, em geral, relacionadas a práticas de organização do trabalho e decisões gerenciais, existe a necessidade de revisão da legislação, de práticas de negociação e, sobretudo, de confiança e reconhecimento do saber do trabalhador (ARAUJO, 2008).

Assim sendo, entende-se que o agente causador do dano, a conduta, a culpa e o nexo de causalidade estejam presentes de forma diferenciada na atividade de tráfego aéreo não sendo, de certa forma, fundado que o agente causador da falha ativa fique obrigado a reparar o dano causado por um efeito dominó de falhas latentes organizacionais e administrativas. Dessa forma, entende-se que há apenas a culpa exclusiva da administração, no caso, do Estado.

Tendo em vista a forma diferenciada da atividade do controlador, é importante considerar uma revisão da legislação referente ao tráfego aéreo, de forma a atender a responsabilidade civil referente aos danos causados por todo um sistema, para que não seja imputada a culpabilidade apenas no agente desse mesmo sistema, prejudicando, dessa forma, o contínuo incremento da segurança de voo nessa área.

LIABILITY AND AIR TRAFFIC CONTROL

ABSTRACT: This paper aims at showing the relationship between liability and the activity of air traffic control. Through literature review, the article begins by presenting liability within the Civil and Aeronautical Law. Then, specific concepts covering liability and the activity of the air traffic controller are dealt with, focusing mainly on latent failures of the organizational system and not on the culpability of the agent. In its conclusion, the paper shows the importance of a review of the current civil legislation in the area of air traffic if one wants to improve flight safety.

KEY WORDS: Liability. Aeronautical Law. Air Traffic Control.

REFERÊNCIAS

AMARAL, C. E. R. Convenção de Varsóvia, 1929. **Jus Vigilantibus**, Vitória, nov. 2009. Disponível em: < <http://jusvi.com/artigos/42827>>. Acesso em: 10 out. 2011.

ARAUJO, R. C. S. S. Prevenção ou punição? Considerações para revisão da lógica no controle de tráfego aéreo do Brasil. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE SAÚDE MENTAL E TRABALHO, 1., 2008, São Paulo. **Anais eletrônicos...** São Paulo: FUNDACENTRO, 2008. Disponível em: <<http://www.fundacentro.gov.br/dominios/CTN/anexos/Oficina%204%20-%20Rita%20de%20Cssia.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2011.

BRASIL. Lei nº 7.565, de 19 de dezembro de 1986. Dispõe sobre o Código Brasileiro de Aeronáutica. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 dez. 1986. Seção 1, p. 19567.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**: promulgada em 5 de outubro de 1988. Brasília: Senado, 1988.

BRASIL. Ministério do Turismo. **Anuário Estatístico de Turismo - 2011**. Brasília, DF, 2011. 205 p. Disponível em: <http://www.dadosefatos.turismo.gov.br/export/sites/default/dadosefatos/anuario/downloads_anuario/Anuxrio_Estatxstico_2011_-_Ano_base_2010_-_24-05-2011.pdf>. Acesso em: 10 out. 2011.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **Instrução do Comando da Aeronáutica (ICA 100-12)**: Regras do ar e serviços de tráfego aéreo. Brasília, 2009.

BRASIL. Decreto-lei nº 20.704, de 24 de novembro de 1931. **JusBrasil**. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br/legislacao/116718/decreto-20704-31>>. Acesso em: 09 out. 2011.

BRASIL. **Código civil** (1916). Lei nº 3.071, de 1 de janeiro de 1916. Rio de Janeiro, 1916.

BRASIL. **Decreto nº 5.910**, de 27 de setembro de 2006. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Decreto/D5910.htm>. Acesso em: 26 nov. 2011.

BRASIL. **Decreto Legislativo nº 59**, de 18 de abril de 2006. Disponível em: <<http://www6.senado.gov.br/legislacao/ListaTextoIntegral.action?id=232895&norma=253966>>. Acesso em: 26 nov. 2011.

CAVALCANTI, A. U. **Responsabilidade civil do transportador aéreo**: tratados internacionais, leis especiais e código de proteção e defesa do consumidor. Rio de Janeiro: Renovar, 2002.

CAVALIERI FILHO, S. **Programa de Responsabilidade Civil**. 6. ed. São Paulo: Malheiros, 2006.

CRISPINO, N. E. B. Responsabilidade civil dos conviventes. In: A FAMÍLIA NA TRAVESSIA DO MILÊNIO, 2., 2000, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: IBDFAM, 2000. p. 105-120.

FARIAS, H. C.; PAIVA, C. Noções elementares de direito aeronáutico. **Associação Brasileira de Direito Aeronáutico e Espacial**. Rio de Janeiro, jul. 2011. Seção Textos Didáticos. Disponível em: <<http://www.sbda.org.br/textos/textos.htm>>. Acesso em: 11 out. 2011.

FILHO, J. M. Introdução ao Direito Espacial. **Associação Brasileira de Direito Aeronáutico e Espacial**. Brasília, dez. 1997. Seção Textos Didáticos. Disponível em: <<http://www.sbda.org.br/textos/textos.htm>>. Acesso em: 11 out. 2011.

GARCIA, Fábio Bittencourt. Breves considerações acerca da responsabilidade civil no ordenamento jurídico brasileiro. **Boletim Jurídico**, Uberaba, ano IV, n. 197, set. 2006. Disponível em: <<http://www.boletimjuridico.com.br/doutrina/texto.asp?id=1553>>. Acesso em: 31 out. 2011.

JUNIOR, O. G. Elementos Formadores da Responsabilidade Civil. a priori. Curitiba, fev. 2004. Seção Doutrina Jurídica. Disponível em: <<http://www.apriori.com.br/cgi/for/elementos-da-responsabilidade-civil-orlando-guimaro-jr-t83.html>>. Acesso em: 31 out. 2011.

PEDRO, F. A. F. A responsabilidade civil no transporte aéreo. **Revista Brasileira de Direito Aeronáutico e Espacial**, Brasília, n. 86, jun. 2003. Disponível em: <<http://www.sbda.org.br/revista/Anterior/1758.htm>>. Acesso em: 10 out. 2011.

PEREIRA, C. M. S. **Responsabilidade Civil**. Rio de Janeiro: Forense, 1998.

SANTANA, W. Responsabilidade Civil no Novo Código Civil. **DireitoNet**, dez. 2002. Disponível em: <<http://www.direitonet.com.br/artigos/exibir/935/Responsabilidade-Civil-no-Novo-Codigo-Civil>>. Acesso em: 10 out. 2011.

TROVÃO, A. J. Uma breve análise acerca da sintaxe do Título III do Livro III, do Código Civil vigente: Do dano. **Boletim Jurídico**. Uberaba, ano III, n. 128, maio 2005. Disponível em: <<http://www.boletimjuridico.com.br/doutrina/texto.asp?id=639>>. Acesso em 31 out. 2011.

METODOLOGIA ANALÍTICA PARA ESTIMATIVA DA LÂMINA D'ÁGUA EM PAVIMENTOS AEROPORTUÁRIOS

Lucius de Albuquerque Prado¹

Giovano Palma²

Artigo submetido em: 21/12/2011

Aceito para publicação em: 12/04/2012

RESUMO: Este trabalho objetiva deduzir uma equação para estimar a espessura da lâmina d'água em pavimentos aeroportuários considerando as equações da hidráulica como, por exemplo, a equação de Manning. O fenômeno da aquaplanagem está relacionado à ocorrência de água na interação entre o pavimento e o pneu de uma aeronave. Chuvas de grande intensidade podem provocar a formação de lâmina d'água, aumentando o risco de perda do controle direcional da aeronave, o que pode ter consequências catastróficas. A avaliação da profundidade da lâmina d'água requer atenção por parte dos operadores de aeródromos, tendo em vista a segurança das operações na aviação civil. A *International Civil Aviation Organization* - ICAO estabelece que medidas corretivas de manutenção devam ser reportadas sempre que for constatada depressão na pista de pouso e decolagem que permita empoçamento de água com lâmina superior a 3,0 mm acima da superfície do pavimento. A determinação da altura da lâmina d'água em pavimentos pode se dar por meio de instrumentação ou ser estimada através de equações empíricas e analíticas, das quais se comenta no decorrer deste trabalho. É ainda comentado sobre as desvantagens decorrentes da instrumentação bem como as peculiaridades existentes em cada método empírico e analítico abordado. A proposta aqui apresentada pode ser utilizada para estimar a altura da lâmina d'água em pavimentos, de modo a subsidiar decisões de operadores de aeródromos.

PALAVRAS CHAVE: Aquaplanagem. Lâmina d'água. Pavimentos aeroportuários. Intensidade de chuva.

1 INTRODUÇÃO

A existência de uma lâmina d'água sobre a superfície do pavimento provoca redução das características de aderência entre esta e o pneu da aeronave e, desta forma, a pista pode tornar-se escorregadia, além de estabelecer condições propícias para a perda de contato entre o pneu e o pavimento, levando ao fenômeno conhecido como aquaplanagem.

¹ Técnico em Saneamento, Graduado em Engenharia Civil, Mestre em Engenharia Civil e Especialista em Regulação da Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC. luciusap@gmail.com

² Técnico em Mecânica, Graduado em Engenharia Civil, Mestre em Engenharia Civil e Especialista em Regulação da Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC. giovanopalma@gmail.com

O fenômeno ocorre pela existência de uma condição na qual a força de sustentação hidrodinâmica desenvolvida entre a banda de rodagem e o fluido que cobre a superfície de rolamento iguala ou excede a reação normal do peso da aeronave que atua na banda, capaz de levantar e separar o pneu do pavimento. Assim, perde-se o contato entre a banda de rodagem e a superfície de rolamento quando a banda de rodagem galga a lâmina d'água, podendo resultar em perda do controle direcional e, levando ao acontecimento de incidentes e acidentes com a consequente perda de vidas humanas.

Este trabalho tem por objetivo deduzir uma equação para estimar a espessura da lâmina d'água considerando as equações da hidráulica, sendo que para o cálculo dessa espessura será utilizada a equação de Manning, aplicada para o dimensionamento de condutos livres (Equação da Resistência).

Ressaltamos que quando uma aeronave aquaplanada pode ocorrer a perda de seu controle direcional e, desse modo, levar ao acontecimento de incidentes ou acidentes graves. Dessa forma, se faz mister manter o controle dos fatores que podem levar ao surgimento desse fenômeno a fim de mitigar ou até mesmo eliminar sua ocorrência e potenciais consequências.

O controle direcional pode ser perdido, principalmente, em decorrência da aquaplanagem dinâmica ou aquaplanagem viscosa. A primeira está relacionada à separação do pneu do pavimento em função de uma lâmina d'água. Desse modo, tem-se uma lâmina d'água espessa (devido à drenagem superficial insuficiente sob chuva) associada à alta velocidade da aeronave para a situação. A segunda decorre da existência de um filme fino de contaminantes, o que pode ser resolvido mantendo-se a superfície limpa de óleo, graxa, ou outros materiais derrapantes, como é o caso do próprio asfalto, quando têm sua exsudação na superfície.

A equação que será aqui desenvolvida poderá ser utilizada por operadores de aeródromos para tomada de decisões no tocante à suspensão/liberação da operação em pista de pouso e decolagem durante ou após a ocorrência de chuvas no aeródromo, visando à segurança das operações na localidade.

Dessa forma, antes de se apresentar a metodologia adotada neste trabalho, efetuar-se-á uma revisão das metodologias desenvolvidas no passado e que são utilizadas até hoje em diversos países. Também serão apresentados alguns estudos recentes relacionados a esse assunto que foram desenvolvidos e cujos resultados serão objetos de comparação com os dados resultantes da equação que será aqui demonstrada.

2 IMPORTÂNCIA DO TEMA

A aquaplanagem vem sendo objeto de estudo de pesquisadores em diversos locais do mundo, entretanto, nem todos os fatores que envolvem este fenômeno encontram-se completamente compreendidos.

A presença de lâmina d'água em pistas de pouso e decolagem pode representar risco à segurança das operações nos aeródromos. A *International Civil Aviation Organization - ICAO* estabelece, no item 2.4 da Parte 2 do Doc. 9137 que medidas corretivas de manutenção devem ser reportadas sempre que for constatada depressão na pista de pouso e decolagem que permita empoçamento de água com lâmina superior a 3,0 mm de espessura, denominada espessura crítica de hidroplanagem (ICAO, 2002).

Diante disso, operadores de aeródromos, projetistas e responsáveis pela manutenção e operação, necessitam de métodos apropriados para que essa avaliação seja eficaz, de forma a atender às legislações vigentes, bem como, a segurança das operações aéreas.

Um dos métodos utilizados para se determinar a espessura da lâmina d'água no pavimento pode ser feita por meio da utilização de instrumentos de medição pontuais como réguas, paquímetros etc. Entretanto, seu emprego apresenta alguns inconvenientes e, segundo Palma e Prado (2011), sua utilização como instrumento principal não parece ser viável operacionalmente, considerando-se a morosidade e o impacto nas operações devido à necessidade de leituras pontuais em vários locais da pista e, principalmente, a dificuldade em se avaliar uma grandeza milimétrica sob condições adversas.

Outro método de se fazer essa avaliação consiste na formulação de equações empíricas ou analíticas que tem como finalidade principal estimar: a velocidade de aquaplanagem; a espessura da lâmina d'água; a distância de visibilidade entre outros fatores. Nesse sentido, Palma e Prado (2011) afirmaram que a associação da intensidade de chuva com a espessura da lâmina d'água em uma pista de pouso e decolagem pode ser uma alternativa mais precisa e viável, tanto técnica quanto operacionalmente, para a tomada de decisões relacionadas à manutenção das operações aéreas em relação à aquaplanagem.

Sendo assim, o presente trabalho visa contribuir com os estudos referentes à previsão do acúmulo de água em pavimentos aeroportuários por meio da proposição de um modelo matemático capaz de estimar a espessura da lâmina d'água em pavimentos, fundamentado nas leis da hidrodinâmica dos fluidos.

3 FATORES QUE CONTRIBUEM PARA A AQUAPLANAGEM DINÂMICA

De acordo com Chesterton, Nancekivell e Tunnicliffe (2006) o risco da aquaplanagem dinâmica é diretamente proporcional à espessura da lâmina d'água no pavimento. Essa espessura é afetada por alguns fatores tais como: projeto geométrico do pavimento; os materiais envolvidos; o ambiente; o projeto de drenagem e manutenção; e por características específicas das aeronaves.

3.1 O PROJETO GEOMÉTRICO

Na opinião de Chesterton, Nancekivell e Tunnicliffe (2006) a geometria do pavimento exerce grande influência sobre a espessura da lâmina d'água e é o fator sobre o qual o projetista possui o maior controle. De fato, a altura da lâmina d'água é influenciada pelo período de tempo que a água permanece sobre o pavimento. Pode-se perceber que quanto mais tempo a água demorar a ser drenada, maior será o acúmulo de água pluvial sobre sua superfície, e isso está diretamente relacionado ao comprimento do caminho de escoamento do fluido.

Maiores comprimentos de trechos de pavimentos fazem com que a água leve mais tempo para ser captada pelo sistema de drenagem, pois permanecerá escoando

sobre a superfície por maior tempo, aumentando a altura da lâmina d'água no bordo do pavimento, considerando uma pista abaulada.

Destacam-se, entre a geometria do pavimento, as declividades transversal e longitudinal da pista de pouso e decolagem, fatores importantes para estimativa da lâmina d'água. Uma declividade transversal maior possibilita menor altura da lâmina d'água, tendo em vista o aumento na velocidade de escoamento do fluido sobre o pavimento, diminuindo seu tempo de permanência sobre a pista.

3.2 OS MATERIAIS ENVOLVIDOS

A textura superficial do pavimento afeta a espessura da lâmina d'água. Dois dos fatores que afetam o coeficiente de atrito e a profundidade da lâmina d'água são a microtextura e a macrotextura. De acordo com a ICAO (2002) a microtextura é a textura caracterizada pela superfície das partículas individuais que podem ser sentidas pelo tato, além de poder ser classificada como lisa ou áspera. Já a macrotextura é representada pela altura média, em mm, do relevo da superfície, conforme mostra a Figura 1 (RODRIGUES FILHO, 2006, *apud* OLIVEIRA, 2009). Portanto, superfícies com macrotextura aberta facilitam o escoamento da água pelos próprios canais de sua estrutura.

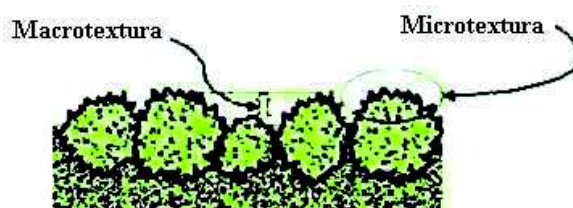


FIGURA 1 - Detalhe: macrotextura e microtextura (RODRIGUES FILHO, 2006, *apud* OLIVEIRA, 2009).

Uma das formas de se facilitar o escoamento da água sobre o pavimento é a colocação de uma camada porosa de atrito (CPA). De acordo com Rodrigues (2007) a utilização dessa camada tem como finalidade evitar o fenômeno da aquaplanagem, manter o coeficiente de atrito em níveis aceitáveis nos momentos críticos (imediatamente quando começa a chover), reduzir a infiltração de água para as camadas subjacentes do pavimento e, no caso de pavimento rodoviário, melhorar as condições de visibilidade sob

chuvas intensas (por evitar o *spray* ou névoa que os veículos produzem com sua passagem para os veículos de trás).

3.3 O MEIO AMBIENTE

A intensidade de chuva é o fator ambiental mais importante para o acúmulo de água. Na aviação, pistas escorregadias representam perigo iminente para as aeronaves, situação que se agrava para as regiões com grandes índices pluviométricos, ou que possuem estação chuvosa mais prolongada.

3.4 PROJETO DE DRENAGEM E SUA MANUTENÇÃO

Outro fator que pode aumentar o risco de aquaplanagem é um projeto de drenagem ineficiente. Durante chuvas intensas as valas de drenagem podem receber um volume de água superior à que foram dimensionadas. Essa situação leva ao transbordamento pelas sarjetas e outros dispositivos de drenagem do pavimento, fazendo com que acumule água na superfície da pista de pouso e decolagem. A manutenção desses dispositivos deve ser realizada em periodicidade adequada e programada, como forma de assegurar o efetivo escoamento da água em seu interior, razão pela qual foram instaladas.

Em relação ao pavimento, inspeções periódicas devem ser realizadas de forma a identificar eventuais defeitos que possam ampliar a possibilidade de acúmulo de água, tais como: afundamentos por trilhas de roda; deformações plásticas etc.

3.5 CARACTERÍSTICAS DAS AERONAVES

A velocidade de aquaplanagem de uma aeronave, isto é, a velocidade mínima na qual a aeronave deve estar para que se inicie a aquaplanagem é proporcional à raiz quadrada da pressão dos pneus. Esse fenômeno deriva, então, da combinação entre a velocidade de aquaplanagem, a espessura da lâmina d'água sobre o pavimento e o peso da aeronave. Este último determina qual a intensidade da força de levantamento necessária, decorrente da espessura da lâmina d'água existente, para induzir a separação entre o pneu e o pavimento.

A pressão dos pneus também exerce influência na aquaplanagem. Pressões elevadas nos pneus aumentam a velocidade de aquaplanagem, tendo em vista a redução da área de contato entre o pneu e o pavimento. De fato, aeronaves mais leves e com pneus com pouca pressão estão mais propícias a aquaplanar em baixas velocidades, conforme Chesterton, Nancekivell e Tunncliffe (2006).

4 MÉTODOS MATEMÁTICOS PARA AVALIAÇÃO DA AQUAPLANAGEM

4.1 MÉTODOS EMPÍRICOS

4.1.1 MÉTODO DO LABORATÓRIO DE PESQUISAS RODOVIÁRIAS DA NOVA ZELÂNDIA (ROAD RESEARCH LABORATORY) – RRL (1968)

Este método pode ser encontrado no guia “*Design Guide for Highways with a Positive Collection System*” (1977), do Ministério do Trabalho e Desenvolvimento da Nova Zelândia, e foi desenvolvido por Russan e Ross (1968).

Para a determinação da espessura da lâmina d’água sobre o pavimento, este método leva em consideração a inclinação, o comprimento de escoamento do fluxo e a intensidade de chuva. A *Equação i* apresenta a estimativa da espessura da lâmina d’água por este método, enquanto a Figura 2 ilustra os parâmetros utilizados.

$$d = \frac{0,046 \cdot (L_f \cdot I)^{\frac{1}{2}}}{S_f^{\frac{1}{5}}}$$

[Equação i]

Onde: d: altura da lâmina d’água no fim do percurso de escoamento [mm];
 0,046: constante [$h^{1/2} \cdot mm^{1/2} \cdot m^{-1/2}$];
 L_f : comprimento do percurso de escoamento [m];
 I: intensidade de chuva [mm/hora];
 S_f : inclinação do comprimento do percurso de escoamento [m/m].

Para o cálculo da inclinação do comprimento do percurso de escoamento considera-se a inclinação longitudinal e transversal, ou seja:

$$S_f = (S_i^2 + S_c^2)^{\frac{1}{2}}$$

[Equação ii]

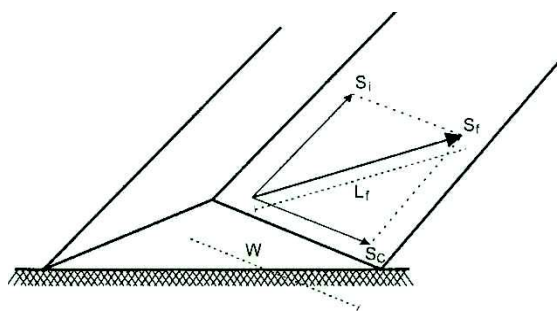
Onde: S_i : inclinação longitudinal [m/m];

S_c : inclinação transversal [m/m].

$$L_f = W \cdot \frac{S_f}{S_c}$$

[Equação iii]

Onde: W : comprimento do pavimento que contribui para o fluxo [m].



CORTE TRANSVERSAL DA PISTA

FIGURA 2 - Ilustração dos parâmetros utilizados no método do RRL.

De acordo com Lugão (2008) esse método recomenda, ainda, uma duração de chuva 5 minutos e um período de retorno de 2 anos para a obtenção da intensidade de chuva, além de ser utilizado para o cálculo de lâmina d'água de até 4 mm.

Define-se período de retorno como o período de tempo médio que um determinado evento hidrológico é igualado ou superado pelo menos uma vez. Dessa forma, um período de retorno de 2 anos com uma duração de chuva de 5 minutos significa que, probabilisticamente, espera-se que, dentre de 2 anos, ocorrerá uma chuva que igualará ou superará os registros hidrológicos históricos para uma duração de chuva de 5 minutos.

4.1.2 IVEY ET AL (1968)

Ivey *et al* (1975) *apud* Chesterton, Nancekivell e Tunnicliffe (2006) propôs uma relação empírica entre a intensidade de chuva, distância de visibilidade e velocidade. Essa relação geralmente é combinada com a equação de Gallaway (ver item 4.1.3), conforme uma Circular de Engenharia Hidráulica (1993) da *Federal Highway Administration*, dos Estados Unidos. A equação de Ivey *et al* é dada pela seguinte expressão:

$$S_v = \frac{2000}{i^{0,68}} \cdot \frac{40}{V_i}$$

[Equação iv]

Onde: S_v : distância de visibilidade [em pés];
 i : intensidade de chuva [polegadas/hora];
 V_i : velocidade do veículo [milhas/hora].

Em projetos rodoviários essa equação pode ser rearranjada para fornecer a máxima intensidade de chuva permitida para uma velocidade específica de projeto.

4.1.3 GALLAWAY (1979)

De acordo com Chesterton, Nancekivell e Tunnicliffe (2006) este método foi desenvolvido por Gallaway B.M. *et al* para o Departamento de Transportes dos Estados Unidos, após processar mais de 1000 leituras de lâminas d'água em vários tipos de pavimentos rodoviários. Este método foi apresentado no Manual de Projetos Hidráulicos do Departamento de Transportes do Texas, em 2004. A intensidade de chuva de projeto e a geometria do pavimento são, primeiramente, utilizadas na *Equação ix* para obter a espessura da lâmina d'água. Essa espessura é, então, confrontada com a velocidade de aquaplanagem fornecida pela *Equação v*, a qual também é confrontada com a velocidade de projeto, para assegurar que a aquaplanagem não ocorra para aquela intensidade de chuva de projeto.

$$V = 0,9143 \cdot SD^{0,04} \cdot P^{0,3} \cdot (TD + 0,794)^{0,06} \cdot A$$

[Equação v]

Onde: V : velocidade de aquaplanagem do veículo [km/hora];
0,9143: constante cuja dimensão possibilita ao resultado ser expresso em km/hora.

$$SD = \left(\frac{W_d - W_w}{W_d} \right) \cdot 100$$

[Equação vi]

Onde: SD : porcentagem de giro de roda [%], a qual descreve a mudança no rolamento rotacional livre do pneu no momento em que o mesmo perde contato com a superfície do pavimento;
 W_d : velocidade de rotação da roda sobre o pavimento seco [km/hora];

W_w : velocidade de rotação da roda depois do *spin down* devido ao contato com o pavimento alagado [km/hora];

P: pressão do pneu [Kpa] (165 Kpa é o valor de projeto recomendado para veículos rodoviários);

TD: profundidade da banda de rodagem [mm] (0,5 mm é o valor recomendado para projeto);

A: o maior valor entre as *Equações vii e viii*.

$$A = \frac{12,639}{WFD^{0,06}} + 3,50$$

[Equação vii]

$$A = \left[\frac{22,351}{WFD^{0,06}} - 4,97 \right] \cdot TXD^{0,14}$$

[Equação viii]

Onde: TXD: profundidade da textura do pavimento [mm];

WFD: profundidade da lâmina d'água na superfície do pavimento obtida da *Equação ix* [mm].

$$WFD = z \cdot \left[\frac{TXD^{0,11} \cdot L^{0,43} \cdot I^{0,59}}{S^{0,42}} \right] - TXD$$

[Equação ix]

Onde: WFD: altura da lâmina d'água na superfície do pavimento [mm];

z: 0,01485 é uma constante [$h^{0,59} \cdot mm^{0,30} \cdot m^{-0,43}$];

L: comprimento de escoamento do fluxo de água sobre o pavimento [m];

I: intensidade de chuva [mm/hora];

S: inclinação transversal do pavimento [m/m];

TXD: profundidade da textura do pavimento [mm].

4.1.4 VERT (2000)

De acordo com Domenichini e Loprencipe (2003) outra formulação empírica foi desenvolvida em um projeto denominado VERT, na Università degli Studi di Firenze, Itália. A *Equação x* apresenta o resultado obtido.

$$WD = 0,016405 \cdot \left[\frac{L^{0,4} \cdot I^{0,4} \cdot MTD^{0,4}}{S^{0,3}} \right]$$

[Equação x]

Onde: WD: altura da lâmina d'água na superfície do pavimento [cm];

0,016405 é uma constante [$h^{0,4} \cdot mm^{-0,4} \cdot cm^{0,6} \cdot m^{-0,4}$];

L: comprimento de escoamento do fluxo de água sobre o pavimento [m];

I: intensidade de chuva [cm/hora];

S: inclinação transversal do pavimento [%];
 MTD: profundidade da textura do pavimento [mm].

4.2 MÉTODOS ANALÍTICOS

4.2.1 HORNE (1962)

Este método é baseado em estudos realizados pelo Centro de Pesquisas Langley da NASA, em 1962. A fórmula publicada sobre a aquaplanagem é baseada nas forças hidrodinâmicas as quais um pneu de aeronave encontra-se submetido. Basicamente, a equação é deduzida a partir do balanceamento entre a força que tende a empurrar a aeronave para baixo com a força hidrodinâmica que tende a levantar o pneu do pavimento. A *Equação xi* descreve o resultado desse balanceamento.

$$V_p = K \cdot \sqrt{P}$$

[Equação xi]

Onde: V_p : velocidade de aquaplanagem [milha/hora];
 K: constante dependente do fluido e fluxo dinâmico determinado através de dados experimentais para combinações específicas de pneus e pavimento, sendo expressa em [milha.h⁻¹.psi^{-1/2}];
 P: pressão dos pneus [psi].

Segundo Horne *et al* (1963) *apud* Chesterton, Nancekivell e Tunnicliffe (2006) o fenômeno da aquaplanagem pode ser iniciado a partir de uma lâmina d'água da ordem de 2,45 mm em diante. Horne constatou que um valor de $K = 10,35$ promoveu um bom ajuste aos resultados experimentais obtidos a partir de dados de aquaplanagem de aeronave.

Ressalta-se que essa equação não leva em consideração a profundidade da macrotextura ou os diferentes tipos de pneus utilizados, não considerando, por exemplo, a profundidade da banda de rodagem do pneu.

4.2.2 ANDREATINI (1986)

Andreatini (1986) *apud* Lugão (2008) considerou, para o cálculo da lâmina d'água, o regime de escoamento como um canal aberto de seção retangular com a vazão variando linearmente ao longo do próprio canal. Estimou também o tempo de equilíbrio da

lâmina d'água, ou seja, o tempo desde o início da chuva até o equilíbrio da altura da lâmina d'água.

O cálculo da espessura máxima da lâmina d'água e o tempo de equilíbrio podem ser obtidos por meio das *Equações xii e xiii*:

$$LA = (1,6135 \times 10^{-4} \cdot ip + 5,8548 \cdot C) \cdot ip^{\frac{1}{3}} \cdot i^{-\frac{1}{3}} \cdot L^{\frac{1}{3}}$$

[Equação xii]

$$t_e = (0,0145 \cdot ip + 527 \cdot C) \cdot ip^{\frac{1}{3}} \cdot i^{-\frac{1}{3}} \cdot L^{\frac{1}{3}}$$

[Equação xiii]

Onde: LA: altura da lâmina d'água [mm];

t_e : tempo de equilíbrio [s];

i: declividade transversal [%];

L: comprimento do fluxo de escoamento [m];

ip: intensidade de precipitação [mm/h]; e

C: coeficiente relativo à rugosidade do revestimento:

revestimento asfáltico de baixa rugosidade = 0,006 a 0,007;

revestimento asfáltico de média rugosidade = 0,007 a 0,008;

revestimento asfáltico de alta rugosidade = 0,010 a 0,012;

pavimento de concreto = 0,012.

4.2.3 PAVDRN, NCHRB WEB REPOR 16 (1988)

PAVDRN é um *software* desenvolvido pela Universidade da Pennsylvania em 1988. Ele considera uma equação unidimensional da onda cinemática para calcular a espessura da lâmina d'água. Esta equação inclui o coeficiente de Manning [n] para a determinação da espessura da lâmina d'água.

$$WFD = \left[\frac{n \cdot L \cdot I}{105,425 \cdot S^{0,5}} \right]^{0,6} - MTD$$

[Equação xiv]

Onde: WFD: altura da lâmina d'água [mm];

MTD: profundidade média da macrotextura [mm];

105,425: constante [h. s⁻¹.mm^{2/3}.m^{-2/3}];

L: comprimento do percurso de escoamento [m];

S: inclinação transversal do pavimento [m/m];

I: (i-f) taxa de excesso de chuva [mm/hora];

i: intensidade de chuva [mm/hora];

f: taxa de infiltração ou de permeabilidade do pavimento [mm/hora];

n : coeficiente de rugosidade de Manning [$\text{s/m}^{1/3}$].

$$n = \frac{1,49 \cdot S^{0,306}}{N_R^{0,424}} \quad (\text{para pavimento de asfalto poroso})$$

[Equação xv]

$$N_R = \frac{q}{\nu}$$

[Equação xvi]

Onde: N_R : número de Reynolds [adimensional];
 q : vazão por unidade de comprimento [$\text{m}^3/\text{s/m}$];
 ν : viscosidade cinemática da água [m^2/s].

De acordo com Chesterton, Nancekivell e Tunnicliffe (2006) o programa também leva em consideração as fórmulas de Gallaway (1979), Huebner (1980) e Henry (1986) para determinar a relação entre a velocidade na qual se inicia a aquaplanagem e a espessura da lâmina d'água.

Para lâminas d'água abaixo de 2,41 mm utiliza-se a *Equação xvii*, enquanto que para lâminas d'água acima de 2,41 mm utiliza-se a equação de Gallaway que determina a velocidade de aquaplanagem (*Equação v*).

$$HPS = 26,04 \cdot WFD^{-0,259} \quad WFD [\text{in}] < 0,095 \text{ in ou } 2,41 \text{ mm}$$

[Equação xvii]

Onde: HPS: velocidade de aquaplanagem [mph];
 26,04: constante [$\text{mph} \cdot \text{mm}^{0,259}$];
 WFD: altura da lâmina d'água [mm].

4.2.4 ANDERSON (1998)

De acordo com Soares (2011) Anderson apresentou, com base em resultados experimentais de ocorrências de águas pluviais sobre diversos tipos de pavimentos, uma equação unidimensional da onda cinemática que relaciona a espessura da lâmina de água ao longo do caminho do fluxo com uma determinada taxa de precipitação, taxa de infiltração, e tipo de camada de desgaste do pavimento (concreto de cimento, concreto betuminoso e concreto betuminoso drenante).

Segundo Soares (2011) a grande evolução desse estudo consiste na introdução da temperatura da água, bem como o comportamento da água em face de cada tipo de pavimento, sendo, assim, possível determinar a espessura da lâmina de água para cada tipo de pavimento. Essa mesma expressão inclui a variável $[\eta]$ de Manning que permite calcular coeficientes de rugosidade de escoamentos superficiais.

$$h = \left[\frac{n \cdot Lw \cdot ip_e}{36,1 \cdot iw^{0,5}} \right]^{0,6} - Aa$$

[Equação xviii]

Onde: h : altura da lâmina d'água acima das asperezas do pavimento [mm];
 36,1: constante [$\text{h} \cdot \text{mm}^{2/3} \cdot \text{m}^{-2/3} \cdot \text{s}^{-1}$];
 n : coeficiente de rugosidade de Manning [$\text{s}/\text{m}^{1/3}$];
 Lw : comprimento da linha de água [m];
 Aa : profundidade da macrotextura [mm];
 ip_e : intensidade de precipitação efetiva [mm/hora];
 iw : inclinação da linha de água [m/m].

Com:

$$ip_e = ip - f$$

[Equação xix]

Onde: ip : intensidade de precipitação [mm/hora];
 f : taxa de infiltração ou permeabilidade do pavimento [mm/hora].

Anderson, para distinguir os escoamentos superficiais entre pavimentos, também determinou os seguintes coeficientes de rugosidade:

a) Pavimento em concreto de cimento

$$n = \frac{0,319}{N_R^{0,480}} \quad N_R < 1000$$

[Equação xx]

$$n = \frac{0,345}{N_R^{0,502}} \quad N_R < 500$$

[Equação XXI]

b) Pavimento em concreto betuminoso

$$n = 0,0823 \cdot N_R^{-0,174}$$

[Equação xxii]

c) Pavimento em concreto betuminoso drenante

$$n = \frac{1,49 \cdot i_w^{0,306}}{N_R^{0,424}}$$

[Equação xxiii]

Onde:

N_R: número de Reynolds, determinado conforme a Equação xvi;n: coeficiente de rugosidade de Manning [s/m^{1/3}].

A viscosidade cinemática da água é utilizada para calcular o número de Reynolds que por sua vez, é usado para determinar [n], coeficiente de rugosidade do pavimento. Como tal, verifica-se que a espessura da lâmina de água é afetada pela viscosidade da água (SOARES, 2011). As temperaturas da água utilizadas e as respectivas viscosidades cinemáticas são apresentadas no Quadro 1.

QUADRO 1 - Viscosidades da água sob condições normais de temperatura e pressão

| Temperatura [°C] | Viscosidade cinemática [v] [10 ⁻⁶ m ² /s] |
|------------------|---|
| 0 | 1,785 |
| 5 | 1,547 |
| 10 | 1,308 |
| 15 | 1,140 |
| 20 | 1,003 |
| 25 | 0,893 |
| 30 | 0,801 |

Fonte: Lencastre (1996) *apud* Soares (2011).

5 MÉTODO PROPOSTO NESTE TRABALHO

A metodologia adotada neste trabalho consiste em deduzir uma equação para determinar a espessura da lâmina d'água considerando as equações da hidráulica, sendo que para o cálculo dessa espessura será utilizada a equação de Manning, aplicada para o dimensionamento de condutos livres (Equação da Resistência).

$$V = \frac{1}{n} \cdot R_H^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}}$$

[Equação xxiv]

Onde: V: velocidade de escoamento [m/s];

n : coeficiente de rugosidade de Manning [$s/m^{1/3}$];
 R_H : raio hidráulico [m];
 I : declividade do canal de escoamento [m/m].

A determinação da vazão a qual o pavimento encontra-se submetido foi estimada com base no Método Racional, que relaciona a precipitação com o escoamento, considerando características como área e permeabilidade.

De acordo com Tomaz (2002) o método racional é um método indireto e foi apresentado pela primeira vez em 1851 por Mulvaney e usado por Emil Kuichling em 1889 e estabelece uma relação entre chuva e o escoamento superficial (deflúvio). É usado para calcular a vazão de pico de uma determinada bacia, considerando uma seção de estudo. A chamada fórmula racional é a seguinte:

$$Q = 0,275 \cdot C \cdot i \cdot A_c$$

[Equação xxv]

Onde: Q : vazão superficial máxima [m^3/s];
 $0,275$: constante [$h \cdot s^{-1} \cdot mm^{-1} \cdot m^3 \cdot km^{-2}$];
 C : coeficiente de escoamento superficial;
 i : intensidade de chuva [mm/hora];
 A_c : área de contribuição [km^2].

Como a equação de Manning possui como um dos parâmetros de entrada a “velocidade” de escoamento, utilizou-se a Equação da Continuidade para determinação desse valor.

$$Q = V \cdot A$$

[Equação xxvi]

Onde: Q : vazão [m^3/s];
 V : velocidade de escoamento [m/s];
 A : área da seção molhada [m^2].

Uma vez que a metodologia proposta neste trabalho faz uso da equação de Manning é necessário estar alerta sobre os cuidados que se deve ter ao aplicar tal equação, o que, de acordo com CHIN (2000), somente é válida quando:

$$n^6 \cdot (R_H \cdot I)^{0,5} \geq 1,9E^{-13}$$

[Equação xxvii]

O procedimento adotado para a estimativa da lâmina d'água sobre o pavimento é descrito abaixo. A Figura 3 ilustra as variáveis utilizadas para a formulação proposta.

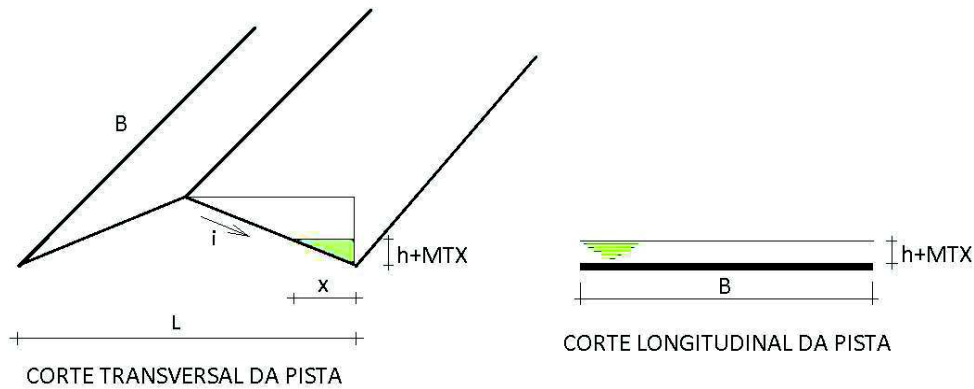


FIGURA 3 - Cortes transversal e longitudinal de uma seção de pista de pouso e decolagem.

Da *Equação xxv* tem-se que:

$$Q = 0,275 \cdot C \cdot i \cdot B \cdot \frac{L}{2} \cdot \frac{1}{1000^2}$$

[*Equação xxviii*]

Sendo que a área de contribuição para a formação da lâmina d'água é expressa por: $A_c = B \cdot \frac{L}{2} \cdot \frac{1}{1000^2}$, com a unidade de área dada em km^2 .

Ressalta-se que não foi considerado o precisismo de se encontrar a medida exata da meia largura da pista – que é o percurso de escoamento do fluido –, tendo em vista que essa diferença pode ser considerada desprezível para essa situação. Portanto, substituindo o valor de Q na *Equação xxvi* e, na sequência, o valor de V da *Equação xxiv*, tem-se que:

$$\frac{1}{1000^2} \cdot 0,275 \cdot C \cdot i \cdot B \cdot \frac{L}{2} \cdot \frac{1}{A} = \frac{1}{n} \cdot R_H^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}}$$

[*Equação xxix*]

$$0,1375 \cdot C \cdot i \cdot n \cdot B \cdot L = 1000^2 \cdot R_H^{\frac{2}{3}} \cdot A \cdot I^{\frac{1}{2}}$$

[*Equação xxx*]

No entanto, a área da seção transversal (corte longitudinal da pista) é dada por:

$$A = B \cdot (h + MTX)$$

Assim, tem-se que:

$$0,1375 \cdot C \cdot i \cdot n \cdot B \cdot L = 1000^2 \cdot R_H^{\frac{2}{3}} \cdot B \cdot (h + MTX) \cdot I^{\frac{1}{2}}$$

[Equação xxxi]

$$0,1375 \cdot C \cdot i \cdot n \cdot L = 1000^2 \cdot R_H^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}} \cdot (h + MTX)$$

[Equação xxxii]

Ainda segundo Tomaz (2002) o R_H é dado por:

$$R_H = \frac{A_M}{P_M}$$

[Equação xxxiii]

$$A_M = B \cdot (h + MTX)$$

$$P_M = B$$

Portanto,

$$R_H = \frac{B \cdot (h + MTX)}{B} = h + MTX$$

[Equação xxxiv]

$$0,1375 \cdot C \cdot i \cdot n \cdot L = 1000^2 \cdot (h + MTX)^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}} \cdot (h + MTX)$$

[Equação xxxv]

$$0,1375 \cdot C \cdot i \cdot n \cdot L = 1000^2 \cdot (h + MTX)^{\frac{5}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}} \quad \text{[Equação xxxvi]}$$

$$(h + MTX)^{\frac{5}{3}} = \left[\frac{0,1375 \cdot C \cdot i \cdot n \cdot L}{1000^2 \cdot I^{\frac{1}{2}}} \right]$$

[Equação xxxvii]

A solução dessa equação é dada por:

$$h = 0,07638 \cdot \left[\frac{(C \cdot i \cdot n \cdot L)^{\frac{3}{5}}}{I^{0,3}} \right] - MTX$$

[Equação xxxviii]

Desse modo, tem-se que a espessura da lâmina d'água sobre a superfície de um pavimento pode ser estimada por:

$$h = k \cdot \left[\frac{(C \cdot i \cdot n \cdot L)^{0,6}}{I^{0,3}} \right] - MTX$$

[Equação xxxix]

Onde: h: estimativa da lâmina d'água [mm];
 k: 0,07638 é uma constante [$h^{3/5} \cdot s^{-3/5} \cdot mm^{2/5} \cdot m^{-2/5}$];
 C: coeficiente de escoamento superficial;
 i: intensidade de chuva [mm/hora];
 n: coeficiente de rugosidade de Manning [$s/m^{1/3}$];
 L: largura da pista [m];
 I: declividade transversal da pista [m/m];
 MTX: profundidade média da macrotextura do pavimento [mm].

6 COMPARAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO COM OS DEMAIS MÉTODOS DESCRITOS

Com o intuito de comparar os resultados obtidos pelos diversos métodos entre si com a proposta dos autores deste trabalho, elaborou-se o Quadro 2 e a Figura 4 que apresentam valores calculados da espessura da lâmina d'água para intensidades de chuva variando de 1 até 100 mm/h. Para o cálculo foram estabelecidos alguns parâmetros como coeficiente de escoamento, inclinação transversal entre outros, com o objetivo de viabilizar a resolução das diversas equações.

QUADRO 2 - Valores estimados de altura da lâmina d'água em função da intensidade de chuva.

| Intensidade de chuva [mm/hora] | Altura da lâmina d'água [mm] | | | | | | | |
|--------------------------------|------------------------------|---|------|----------|--------|------------|------|----------|
| | Prado & Palma | Validade do resultado [ver Equação xxvii] | RRL | Galloway | PAVDRN | Andreatini | VERT | Anderson |
| [1] | [2] | [3] | [4] | [5] | [6] | [7] | [8] | [9] |
| 0 | - | 0 [não válida] | 0,00 | - | - | 0,00 | 0,00 | - |
| 1 | - | 1,19E-13 [não válida] | 0,51 | - | - | 0,67 | 0,65 | - |
| 2 | - | 1,46E-13 [não válida] | 0,71 | - | - | 0,85 | 0,86 | - |
| 3 | - | 1,65E-13 [não válida] | 0,88 | 0,00 | - | 0,97 | 1,01 | - |
| 4 | - | 1,80E-13 [não válida] | 1,01 | 0,11 | - | 1,08 | 1,14 | - |
| 5 | 0,00 | 1,92E-13 [válida] | 1,13 | 0,21 | - | 1,16 | 1,24 | 0,00 |
| 10 | 0,31 | 2,37E-13 [válida] | 1,60 | 0,62 | - | 1,48 | 1,64 | 0,32 |
| 15 | 0,56 | 2,67E-13 [válida] | 1,96 | 0,94 | 0,01 | 1,72 | 1,93 | 0,57 |
| 20 | 0,78 | 2,92E-13 [válida] | 2,26 | 1,23 | 0,13 | 1,92 | 2,16 | 0,79 |
| 25 | 0,98 | 3,12E-13 [válida] | 2,53 | 1,49 | 0,24 | 2,09 | 2,36 | 0,99 |

| | | | | | | | | |
|-----|------|-------------------|------|------|------|------|------|------|
| 30 | 1,16 | 3,29E-13 [válida] | 2,77 | 1,72 | 0,33 | 2,25 | 2,54 | 1,17 |
| 35 | 1,34 | 3,45E-13 [válida] | 2,99 | 1,95 | 0,42 | 2,40 | 2,70 | 1,34 |
| 40 | 1,50 | 3,59E-13 [válida] | 3,20 | 2,15 | 0,51 | 2,54 | 2,85 | 1,51 |
| 45 | 1,65 | 3,72E-13 [válida] | 3,39 | 2,35 | 0,59 | 2,68 | 2,99 | 1,66 |
| 50 | 1,80 | 3,84E-13 [válida] | 3,57 | 2,54 | 0,67 | 2,81 | 3,12 | 1,81 |
| 60 | 2,07 | 4,05E-13 [válida] | 3,91 | 2,90 | 0,81 | 3,06 | 3,35 | 2,09 |
| 70 | 2,33 | 4,25E-13 [válida] | 4,23 | 3,23 | 0,95 | 3,29 | 3,57 | 2,35 |
| 80 | 2,58 | 4,42E-13 [válida] | 4,52 | 3,55 | 1,08 | 3,52 | 3,76 | 2,59 |
| 90 | 2,81 | 4,58E-13 [válida] | 4,79 | 3,84 | 1,20 | 3,75 | 3,94 | 2,83 |
| 100 | 3,03 | 4,72E-13 [válida] | 5,05 | 4,13 | 1,32 | 3,97 | 4,11 | 3,05 |

Variáveis: Macrot textura = 0,6 mm

$n = 0,02$

Inclinação transversal = 1,5 %

Coefficiente de escoamento = 0,85

Percurso de escoamento = 22,5 m

Intensidade de chuva = variável

$C(\text{Andreatini}) = 0,010$

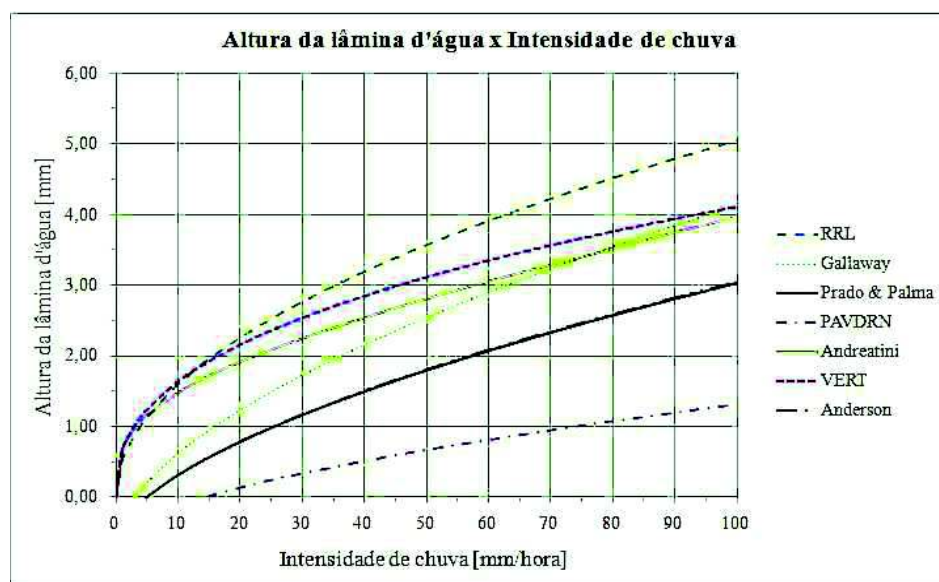


FIGURA 7 - Representação gráfica dos valores constantes do Quadro 1.

Variáveis: Macrot textura = 0,6 mm

$n = 0,02$

Inclinação transversal = 1,5 %

Coefficiente de escoamento = 0,85

Percurso de escoamento = 22,5 m

Intensidade de chuva = variável

$C(\text{Andreatini}) = 0,010$

Da análise da Figura 4 infere-se que os métodos empíricos (RRL, Gallaway e VERT) para estimativa da lâmina d'água são mais conservadores que os métodos analíticos (PRADO; PALMA, 2001, PAVDRN e ANDERSON, 1998). Percebe-se também que os resultados obtidos pela equação proposta neste trabalho se sobrepõem aos dados obtidos com a equação desenvolvida por Anderson (1998). A exceção é a equação de Andreatini que, apesar de analítica, apresentou curva mais próxima às fornecidas pelas equações empíricas.

Convém salientar que deformações no pavimento – devido a afundamentos por

trilhas de roda ou remendos mal executados – superiores a 2,0 mm podem levar a empoçamentos com profundidades de lâmina d'água acima de 3,0 mm na ocorrência de precipitação com intensidade superior a 25 mm/hora, uma vez que a lâmina d'água estimada para esses casos é maior que 1 mm, conforme mostram as curvas de Prado e Palma (2011) e de Anderson (1998), na Figura 4.

Isso significa que, para adequar a altura máxima de água, na superfície de um pavimento, fornecida por uma equação que é muito conservadora, o projetista poderá necessitar de ajustes desnecessários à geometria do pavimento e aos materiais que o compõe. No tocante a operações aeroportuárias, o mesmo pode ser dito sobre a utilização dessas equações como forma de monitorar a intensidade de chuva sobre a pista de pouso e decolagem e, assim, fechá-la para pousos e decolagens a partir de determinada intensidade, visando sempre à segurança operacional.

Com o intuito de verificar a influência do parâmetro declividade nos equacionamentos propostos pelos diversos autores, foi elaborado o gráfico da Figura 5 que apresenta os dados da estimativa da lâmina d'água em pavimentos em função das variações nos valores da inclinação do fluxo de água.

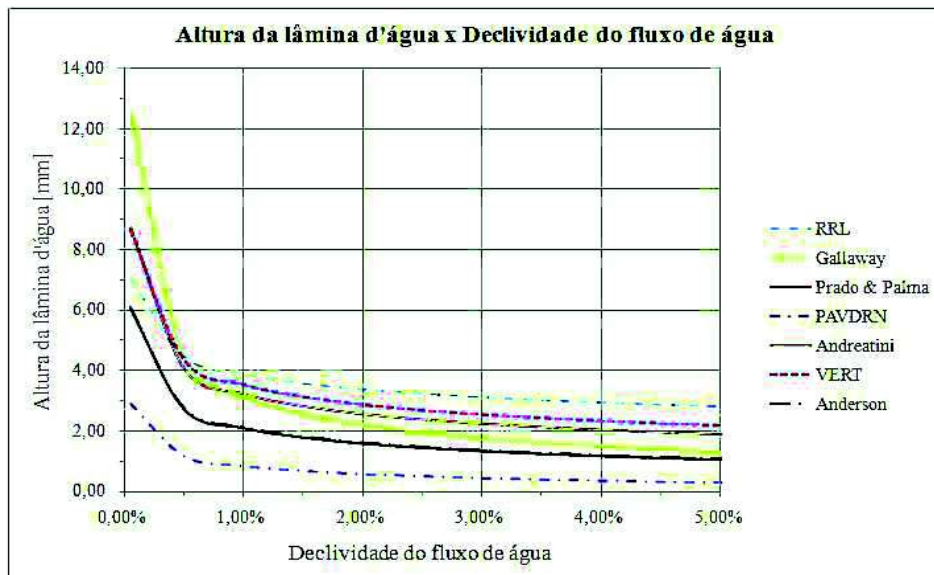


FIGURA 5 - Variação da lâmina d'água em função da declividade do fluxo.

Variáveis: *Macrotextura = 0,6 mm* *n = 0,02* *Inclinação transversal = Variável*
Coefficiente de escoamento = 0,85 *Percurso de escoamento = 22,5 m*
Intensidade de chuva = 50 mm/hora *C(Andreatini) = 0,010*

De forma análoga à abordagem feita na Figura 4, é notório que as equações empíricas apresentam valores da estimativa de lâmina d'água em função da declividade do fluxo d'água no pavimento superiores às desenvolvidas por meio de metodologia analítica, sendo a exceção a equação de Andreatini que, apesar de analítica, apresentou curva mais próxima às desenvolvidas pelos métodos empíricos.

Verificou-se, ainda, a superposição dos resultados obtidos com o uso da equação proposta neste trabalho com os resultados da equação desenvolvida por Anderson (1998). Considerando os parâmetros apresentados na Figura 5, uma declividade da ordem de 2 %, utilizando a equação aqui proposta, resulta em uma estimativa da altura da lâmina d'água inferior a 2,0 mm na borda da pista de pouso e decolagem, para uma intensidade de chuva de 50 mm/h. Nesse caso, na ausência de deformações no pavimento, mesmo com essa intensidade de chuva considerável a altura da lâmina d'água não comprometeria a segurança das operações.

De acordo com Chesterton, Nancekivell e Tunnicliffe (2006) a equação do RRL utilizada na Nova Zelândia tem-se mostrado muito conservadora e que esse conservadorismo criou dificuldades para o projeto geométrico de pavimentos, acrescentando custos desnecessários aos projetos rodoviários da Nova Zelândia, assim como, fazendo com que os projetistas de rodovias precisassem manipular a geometria e os materiais envolvidos no projeto de forma a atender aos requisitos de lâmina d'água estabelecidos pela legislação daquele país.

Diante o exposto, Chesterton, Nancekivell e Tunnicliffe (2006) recomendaram a substituição do método adotado na Nova Zelândia pela fórmula de Gallaway, utilizada nos Estados Unidos e na Austrália, tendo em vista que esta se mostrou menos conservadora quando da análise da altura da lâmina d'água em um determinado projeto na Nova Zelândia e, ainda assim, adequada para este fim, conforme estudo de caso que os referidos autores publicaram. Todavia, Chesterton, Nancekivell e Tunnicliffe (2006) não abordaram, em seu trabalho, as equações mais recentes para estimativa da lâmina d'água.

Dessa forma, a equação que se vier a utilizar para estimar a lâmina d'água em

um pavimento aeroportuário pode implicar em maior ou menor restrição às operações, ou seja, uma equação muito conservadora pode manter uma pista de pouso e decolagem fechada por um período de tempo maior e de forma desnecessária. Portanto, uma adequada avaliação técnica e validação das equações devem ser feitas para o caso concreto.

Tendo em vista que a macrotextura é um dos principais fatores para a eliminação da água entre o pneu e o pavimento, produziu-se o gráfico apresentado na Figura 6 contendo a variação da lâmina d'água em função da profundidade da macrotextura. Cumpre salientar que as equações propostas por Gallaway e VERT (empíricas), PAVDRN, Anderson (1998) e Prado e Palma (2011) (analíticas) levam em consideração a profundidade da macrotextura.

Da análise do gráfico da Figura 6, nota-se que a altura da lâmina d'água estimada pelas equações do RRL e de Andreatini não sofrem influência da macrotextura, enquanto que a equação do VERT apresenta aumento na estimativa da lâmina d'água com relação à profundidade da macrotextura, destoando das demais equações. De modo semelhante ao ocorrido nos gráficos anteriores, a equação de Anderson se sobrepõe à equação de Prado & Palma.

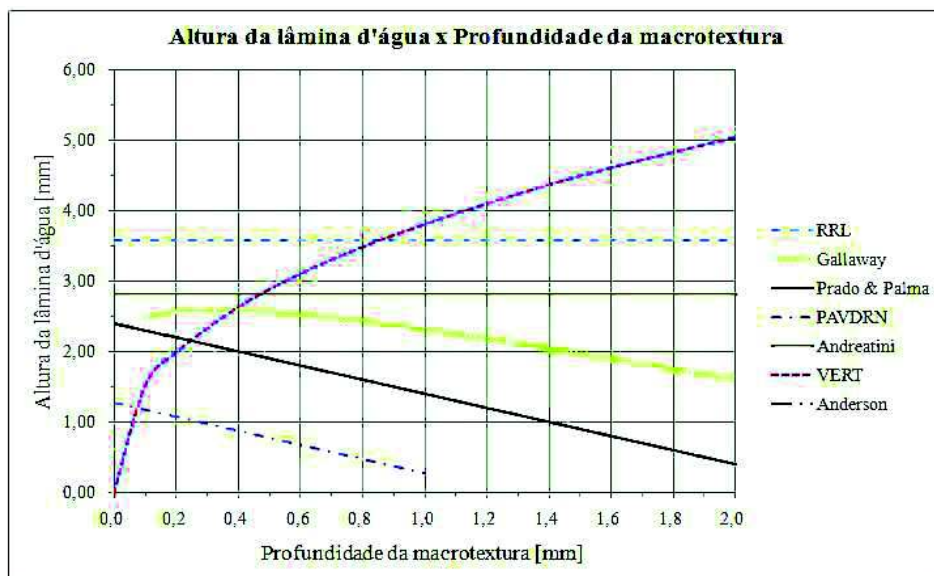


FIGURA 6 - Variação da lâmina d'água em função da profundidade da macrotextura.

Variáveis: Macrotextura = Variável $n = 0,02$ Inclinação transversal = 1,5 %
 Coeficiente de escoamento = 0,85 Percurso de escoamento = 22,5 m

Intensidade de chuva = 50 mm/hora

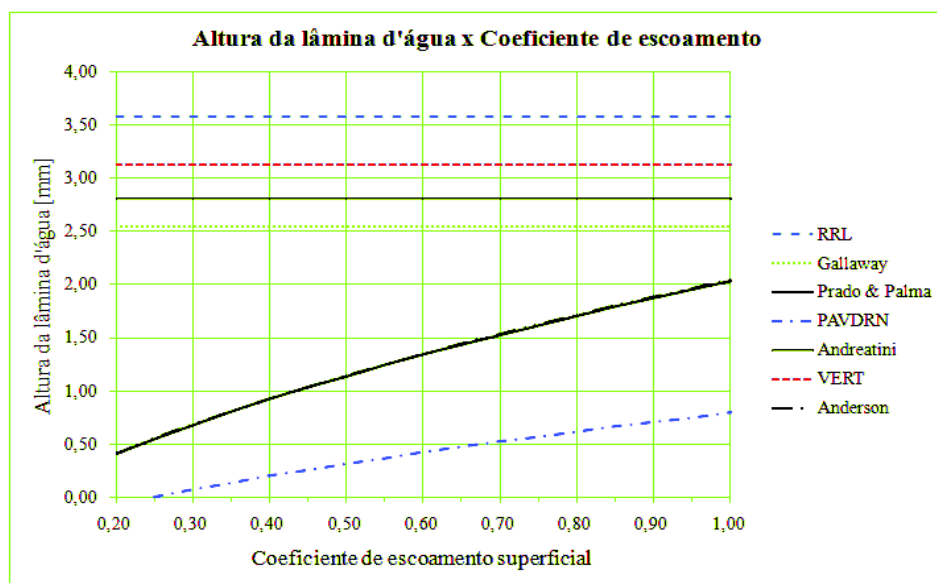
 $C(\text{Andreatini}) = 0,010$ 

FIGURA 7 - Variação da lâmina d'água em função do coeficiente de escoamento.

Variáveis: *Macrotextura* = 0,6 mm *n* = 0,02 *Inclinação transversal* = 1,5 %
Coeficiente de escoamento = Variável *Percurso de escoamento* = 22,5 m
Intensidade de chuva = 50 mm/hora $C(\text{Andreatini}) = 0,010$

Uma análise adicional realizada foi a da verificação da influência do coeficiente de escoamento na altura da lâmina d'água sobre a superfície do pavimento, conforme mostrado no gráfico da Figura 7. Uma vez que as equações propostas pelo RRL, VERT, Andreatini e Gallaway não permitem - como um dos parâmetros de entrada para solução das equações - variar o coeficiente de escoamento, têm-se valores constantes para essas correlações e em função das variáveis estabelecidas no gráfico da Figura 7.

Já no tocante às equações de Prado e Palma (2011), Anderson(1998) e PAVDRN percebe-se que, quanto maior o coeficiente de escoamento superficial maior a altura da lâmina d'água, o que não poderia ser diferente, uma vez que quanto maior o coeficiente de escoamento menor é a quantidade de água que infiltra no pavimento, ficando a mesma livre para escoar superficialmente até alcançar o sistema de drenagem.

Novamente é possível verificar a superposição dos resultados obtidos por Prado e Palma (2011) com os resultados de Anderson (1998). Além disso, ainda é possível notar que em função das variáveis utilizadas para a elaboração do gráfico da Figura 7, os resultados do PAVDRN são menos conservadores que aqueles citados.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A equação desenvolvida pelos autores deste trabalho visa contribuir para a estimativa da espessura da lâmina d'água sobre a superfície de pavimentos aeroportuários, não impedindo sua aplicação também em pavimentos rodoviários. Tendo em vista que a aquaplanagem representa perigo para as operações aéreas, bem como para os veículos terrestres, e considerando a recomendação da ICAO de se limitar a espessura da lâmina d'água a no máximo 3,0 mm em pistas de pouso e decolagem, a formulação proposta visa facilitar a avaliação da espessura da água sobre pavimentos.

Recomenda-se que o valor do coeficiente de escoamento presente na *Equação xxxix* seja determinado por meio de ensaio específico para o pavimento em avaliação, apesar da existência de diversas tabelas relacionando o tipo de material e seu respectivo coeficiente de escoamento na literatura técnica da área. Em muitas pistas de pouso e decolagem existem ranhuras transversais (*grooving*) que se tornam facilitadoras para o escoamento superficial, bem como uma camada porosa de atrito, a qual, devido à macrotextura aberta, também facilita o escoamento na superfície.

O coeficiente de rugosidade de Manning também pode ser encontrado em tabelas da literatura técnica sobre escoamento superficial. No entanto, de forma análoga ao coeficiente de escoamento, a sensibilidade na estimativa desse coeficiente reflete na estimativa da lâmina d'água. Assim, recomenda-se que seja realizada uma média dos valores de rugosidade de Manning [n] referentes às áreas que contribuem para a vazão longitudinal do sistema de drenagem, ou seja, uma média do valor de [n] considerando a pista de pouso e decolagem e o acostamento.

Ressalta-se, ainda, que defeitos na superfície do pavimento podem induzir a formação de empoçamentos de água em pontos isolados. Dessa forma, a manutenção adequada dos pavimentos de modo a garantir a inclinação de projeto e a correção de eventuais deformações tem papel fundamental para a correta estimativa do valor da lâmina d'água, a qual se destina este trabalho.

A utilização de equipamentos específicos para se medir a irregularidade

combinado com uma adequada gerência de pavimentos e de manutenção tende a proporcionar maior segurança para as operações aéreas e terrestres, garantindo também a segurança dos seus usuários.

Conforme ilustrado na Figura 4, e considerando a equação dos autores deste trabalho, constata-se que os pavimentos projetados e mantidos de acordo com as normas estabelecidas pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) – especificamente no tocante à profundidade da macrotextura e às declividades transversal e longitudinal – não apresentam indícios de possibilidade de formação de lâmina d'água superior a 3,0 mm. Apenas no caso de uma ocorrência de precipitação muito intensa, da ordem dos 100 mm/hora, é que seria obtida uma lâmina d'água superior a 3,0 mm. No entanto, uma deformação de 1,5 mm combinada com uma intensidade de chuva de 45 mm/hora já é suficiente para que se atinja o limite de lâmina d'água tolerável.

É importante frisar que a *Equação xxxix*, desenvolvida, é um meio para se avaliar a profundidade da lâmina d'água em pavimentos aeroportuários e necessita ser validada na prática, ficando como sugestão para trabalhos futuros. Nos dias de hoje, a existência de sensores e equipamentos mais modernos para se estimar essa lâmina d'água apresenta-se como uma forma de se validar a equação proposta, realidade bem diferente quando da elaboração, principalmente, dos modelos empíricos, há mais de 30 anos.

Por fim, apesar das equações aqui apresentadas considerarem a intensidade de chuva em uma taxa horária [mm/hora], para os casos de aplicação dessas equações em pavimentos aeroportuários com intuito de subsidiar a tomada de decisões operacionais, recomenda-se a utilização de uma resolução temporal mais alta, com taxa de, pelo menos, 10 minutos, e preferencialmente de 5 minutos.

ANALYTICAL METHODOLOGY FOR ESTIMATION OF WATER FILM DEPTH ON AIRPORT PAVEMENTS

ABSTRACT: This work aims at deducing an equation to estimate water film depth on airport pavements, considering hydraulic equations, such as, for instance, the Manning's equation. The aquaplaning phenomenon is related to the occurrence of water in the interaction between the pavement and the aircraft tire. High-intensity rainfall can cause water film formation, increasing

the risk of aircraft directional control loss, which can have catastrophic consequences. Evaluation of the water film depth requires attention by aerodrome operators, in view of civil aviation operations safety. The International Civil Aviation Organization - ICAO - states that corrective maintenance measures should be put in action whenever a runway depression is such that allows the formation of water puddles with a depth greater than 3.0 mm. The determination of the water film depth on a pavement can either be done by instrumentation or be estimated through empirical and analytical equations, which are mentioned in this article. Comments are made on the disadvantages of instrumentation, as well as on the peculiarities of each empirical and analytical method addressed. The proposal shown in this article can be used to estimate the water film depth on pavements, in order to support decisions to be made by aerodrome operators.

KEY WORDS: Aquaplaning. Water film depth. Airport pavement. Rainfall intensity.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, D. et al. **Improved Surface Drainage of Pavement, Final Report.** NCHRP - National Cooperative Highway Research Program. TRB - National Research Council, Washington, 1998.

CHESTERTON, J.; NANCEKIVELL, N.; TUNNICLIFFE, N. The Use of the Gallaway Formula for Aquaplaning Evaluation. In: NZIHT & TRANSIT NZ ANNUAL CONFERENCE, 8., 2006.

CHIN, DAVID A. **Water- Resources Engineering.** New Jersey: Prentice Hall, 2000,

DOMENECHINI, L., LOPRENCIPE, G. **Validation of DEFSTRA Water Film Depth Prediction Model.** Università degli Studi di Firenze, Università degli Studi di Roma La Sapienza. Itália, 2003.

GALLAWAY, B. M., et. al., **Pavement and Geometric Design Criteria for Minimizing Hydroplaning.** Federal Highway Administration. Report N°. FHWARD-79-31, 1979.

HUEBNER, R. S. Reed, J.R., and Henry, J.J., Criteria for Predicting Hydroplaning Potential. **ASCE Journal of Transportation Engineering**, v. 12, n. 5, Sept., 1986.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Airport Service Manual: Pavement Surface Conditions (DOC 9137, Part 2.)** 4. ed. Montreal: ICAO, 2002.

LUGAO, W.G. **Análise da aderência entre pneu e pavimento com camada porosa de atrito no Aeroporto Internacional Tancredo Neves – MG.** 2008. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, 2008.

OLIVEIRA, F. H. L. **Proposição de estratégias de manutenção de pavimentos aeroportuários baseadas na macrotextura e no atrito:** estudo de caso do aeroporto internacional de Fortaleza. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, CE, 2009.

PALMA, G., PRADO, L. A .CONSIDERAÇÕES SOBRE A FORMAÇÃO DE LÂMINA D'ÁGUA EM PISTAS DE POUSO E DECOLAGEM DE AEROPORTOS. REVISTA CONEXÃO SIPAER V.3, N.1, NOV. 2011.

RODRIGUES FILHO, O. S. Características de Aderência de Revestimentos Asfálticos Aeroportuários – Estudo de Caso do Aeroporto Internacional de São Paulo/Congonhas. 2006. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, 2006.

RODRIGUES, R. M. Parte II – Gerência de Pavimentos. Instituto Tecnológico de Aeronáutica. São José dos Campos, SP, 2007.

RUSSAM, K.; ROSS, N. F. The Deph of Rain Water on Road Surfaces. Road Research Laboratory, Ministry of Transport Report No. LR 236. 1968.

SOARES, A.F.S. Análise da ocorrência de hidroplanagem num caso real. 2011. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. Lisboa, Portugal, 2011.

TOMAZ, Plínio. Cálculos hidrológicos e hidráulicos para obras municipais. São Paulo: Navegar, 2002.

YOUNG, G.K., WALKER, F. CHANG S.E. Design of Bridge Deck Drainage Hydraulic Engineering Circular 21. Federal Highway Administration, FHWA-SA-92-010, May, 1993.

NOTECHS: UM MODELO DE AVALIAÇÃO DAS HABILIDADES NÃO TÉCNICAS ATRAVÉS DE INDICADORES COMPORTAMENTAIS

Monica Lavoyer Escudeiro ¹

Artigo submetido em: 27/01/2012

Aceito para publicação em: 02/03/2012

RESUMO: O desempenho efetivo de indivíduos e equipes nas atividades aéreas pressupõe o domínio tanto das habilidades técnicas quanto das habilidades não técnicas. Este artigo se refere ao termo *habilidades não técnicas* como as habilidades cognitivas, sociais e de autogerenciamento, que complementam as habilidades técnicas dos trabalhadores, e contribuem para a segurança e para o desempenho eficaz de tarefas. Incluem competências tais como tomada de decisão, gerenciamento da carga de trabalho, comunicação em equipe e consciência situacional. O desenvolvimento de metodologias de avaliação das habilidades não técnicas é fundamental para que estratégias de intervenção nos treinamentos surtam os efeitos desejados no ambiente operacional. Neste sentido, este trabalho apresenta o modelo NOTECHS, desenvolvido em 1998, a pedido da *Joint Aviation Authorities* (JAA). Uma abordagem descritiva esclarece a estrutura do modelo, que é baseado em quatro categorias de análise: cooperação, liderança, consciência situacional e tomada de decisão. Para se obter evidências das habilidades no cenário operacional (*cockpit*, simulador) o avaliador se vale da observação de indicadores comportamentais, que são considerados aceitáveis ou não aceitáveis segundo a escala de avaliação das habilidades. Finaliza este trabalho uma relação de termos e definições aplicáveis ao NOTECHS.

PALAVRAS-CHAVE: Avaliação. CRM. Fator Humano. NOTECHS. Treinamento.

1 INTRODUÇÃO

O Projeto NOTECHS gerou, em 1998, uma metodologia de avaliação das habilidades não técnicas com base em indicadores comportamentais, os quais, por definição, relacionam-se com o treinamento em Gerenciamento de Recursos de Equipes – CRM (*Corporate Resource Management*). Sua abordagem descritiva orienta como os instrutores e inspetores de aviação civil podem realizar as avaliações de proficiência de pilotos, segundo requisitos do JAR-FCL (regulamento europeu que trata das licenças dos

¹ Psicóloga Social. Especialista em Regulação da ANAC, atuando atualmente na Gerência de Fatores Humanos e Medicina de Aviação/GFHM. monica.lavoyer@anac.gov.br

pilotos). Este modelo promove a prevenção de distorções próprias de avaliações de desempenho ao colaborar na redução da subjetividade das avaliações. No Brasil, em 2010, o RBAC 121 (Regulamento Brasileiro da Aviação Civil), que trata de requisitos operacionais para as operações domésticas, de bandeira e suplementares, incluiu o Programa de Qualificação Avançado, no qual há previsão de avaliação integrada das habilidades técnicas e das habilidades de CRM (ANAC, 2010). Este modelo pode servir de base para estas avaliações ou de outras onde se precise verificar a aplicação dos conhecimentos de CRM nos cenários operacionais dos tripulantes.

O projeto foi nomeado NOTECHS, em referência ao termo *Non Technical Skills* (Habilidades não técnicas) tendo em seu escopo o objetivo principal de colaborar na identificação de necessidades de treinamento em CRM. O relatório final, realizado pelo Laboratório Aeroespacial da Holanda (NLR – *National Aerospace Laboratory*) está disponível na internet e é a referência principal deste artigo (VAN AVERMAETE, 1998).

Modelos de avaliação das habilidades técnicas e não técnicas por indicadores comportamentais têm sido bem aceitos pela comunidade aeronáutica por vários motivos. Uma vez que há requisitos regulatórios quanto à avaliação de CRM, seguir um método que identifique e especifique as habilidades não técnicas, que desloca o foco da avaliação das grandes categorias para comportamentos observáveis, torna esta avaliação mais objetiva, mais justa para o avaliado e mais relevante para o desenvolvimento de objetivos de treinamento dos tripulantes. Desta forma, tanto quem avalia quanto quem é avaliado tem um padrão com que comparar o desempenho, situação esta que correlaciona os treinamentos de CRM aos aspectos operacionais do voo servindo de base para ajustes contínuos em prol da segurança e dos padrões organizacionais.

2 O DESENVOLVIMENTO DO MODELO NOTECHS

Alguns pontos de partida foram relevantes na construção desta abordagem, tais como o uso de terminologia cotidiana, objetividade e simplicidade, o máximo de exclusividade mútua entre categorias e elementos, habilidades diretamente observáveis

e de utilização prática na cabine de comando e de treinamento em simulador de voo.

Quatro categorias de habilidades não técnicas compõem este modelo de avaliação: duas com ênfase social, **cooperação e liderança e habilidades gerenciais**; duas outras com ênfase cognitiva, **consciência situacional e tomada de decisão**. A comunicação, habilidade de elevada importância para as operações aéreas, também foi avaliada e foi alvo de debates durante o projeto NOTECHS. Entretanto, ela foi considerada não como uma categoria separada de habilidade, mas como um meio para o melhor desempenho das outras categorias. Já o trabalho de um comitê formado pelas empresas aéreas japonesas para o desenvolvimento dos indicadores comportamentais das habilidades de CRM para seus pilotos decidiu pela inclusão da **comunicação** como uma categoria distinta de análise, ao lado das de cooperação, liderança, consciência situacional e tomada de decisão.

Cada categoria do modelo (Fig.1) subdivide-se em elementos estruturantes, num total de quinze. Cada um destes elementos apresenta exemplos de comportamentos observáveis, e estes se subdividem em boas práticas e práticas inadequadas. O grupo de trabalho que desenvolveu o projeto NOTECHS recomenda que cada empresa aérea, especialmente o seu departamento de treinamento, desenvolva um modelo de avaliação das habilidades de CRM baseado em suas especificações operativas e em seu padrão operacional, de tal forma a estabelecer pontos de corte claros entre os comportamentos aceitáveis e os inaceitáveis.

Tripulantes e pessoal envolvido no planejamento e execução dos treinamentos devem fazer parte do desenvolvimento do sistema desta metodologia de avaliação. Uma vez sistematizado o modelo específico da empresa é recomendado um treinamento de padronização dos instrutores e dos examinadores credenciados, de pelo menos dois dias em turma de até doze alunos, como sugerido no apêndice 11 do CAP737 (GRÃ-BRETANHA, 2006).

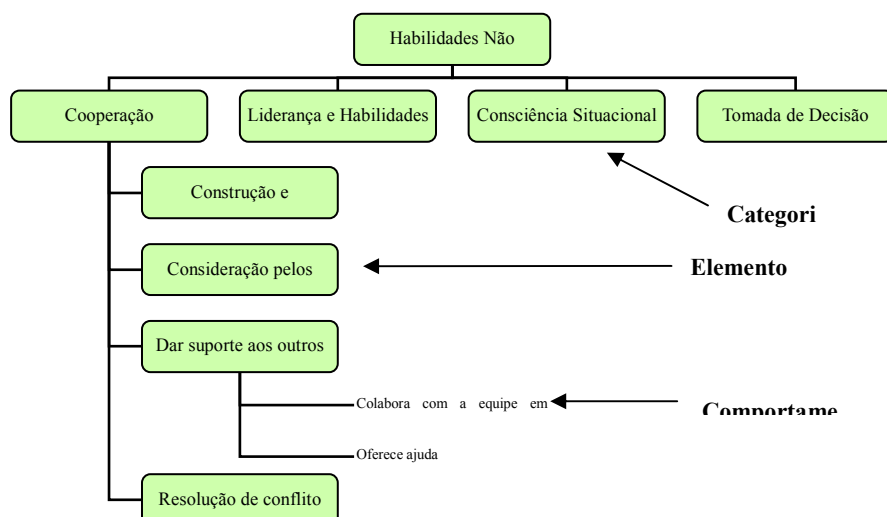


FIGURA 1 - Abordagem descritiva NOTECHS consiste em categorias, elementos e comportamentos.

Fonte: VAN AVERMAETE, 1998.

3 PRINCÍPIOS DO NOTECHS

A metodologia de avaliação NOTECHS se baseia em cinco princípios descritos a seguir:

3.1 AVALIAÇÕES DEVEM SER BASEADAS EM COMPORTAMENTOS OBSERVÁVEIS

Aspectos da personalidade do tripulante não são objeto de avaliação, por serem muito subjetivas, provocando interpretações que variam facilmente entre os observadores. Quanto mais clara for a relação entre os comportamentos observados e as habilidades de CRM, mais acuradas serão as interpretações do desempenho do tripulante. O avaliador deve identificar os indicadores comportamentais naquilo que o tripulante diz, faz ou escreve. Comportamentos observáveis podem ser avaliados com maior grau de objetividade, principalmente quando bem especificados e bem definidos.

3.2 NECESSIDADE DE CONSEQUÊNCIAS TÉCNICAS

As habilidades não técnicas não devem provocar a condição de reprovação no exame de proficiência de tripulantes como um todo, a menos que levem a

consequências técnicas que afetem a segurança operacional. Um dos objetivos da avaliação CRM é colaborar na determinação das razões que contribuem para as falhas técnicas. Esta é uma oportunidade para relatar necessidade de treinamento, de forma específica, uma vez que se têm registrados os comportamentos observados considerados como ameaças à segurança operacional.

3.3 AVALIAÇÕES BASEADAS EM PADRÕES COMPORTAMENTAIS

Durante a situação de exame de proficiência de tripulantes, tendências comportamentais devem ser observadas antes de se concluir que o examinando apresenta dificuldades em determinada área. A não ser que um único comportamento observado seja tão drástico à segurança que não seja prudente esperar por confirmação de um padrão comportamental. Não é objetivo do avaliador marcar um comportamento do tripulante como inaceitável, porque em uma situação ele deixou de perguntar por opções antes de tomar uma decisão. Entretanto, se este comportamento é parte de um padrão repetitivo, isto pode levar à interpretação de comportamento inaceitável, na categoria tomada de decisão.

3.4 ESCALAS DEVEM PERMITIR VARIAÇÃO ENTRE COMPORTAMENTOS ACEITÁVEIS E INACEITÁVEIS

Uma escala de Likert de cinco pontos que varia de muito inadequado, inadequado, aceitável, bom e muito bom orienta o avaliador a dimensionar aquilo que observa no momento da avaliação. Para saber onde fica o ponto de corte entre comportamentos aceitáveis e inaceitáveis na escala, veja o item 4.5 deste artigo. Se o comportamento observado do tripulante afetar a segurança operacional, ou se em outras circunstâncias, poderia tê-la afetado será considerado muito inadequado ou inadequado, respectivamente. Caso os comportamentos observados fiquem nos demais pontos da escala são considerados comportamentos aceitáveis, variando desde aceitável (pode melhorar) até muito bom (serve de exemplo para os demais).

3.5 CASO SE AVALIE UMA CATEGORIA COMO INACEITÁVEL É PRECISO JUSTIFICAR O JULGAMENTO

Ao avaliar uma categoria como inaceitável na escala o avaliador precisa citar o(s) comportamento(s) observado(s) usando os termos do modelo, identificando a(s) consequência(s) técnica(s). Confira as definições de cada conceito integrante deste modelo no item 5 deste artigo.

4 MODELO DE AVALIAÇÃO NOTECHS E ESCALA DE LIKERT DE CINCO PONTOS

Dos princípios norteadores indicados acima e dos pontos relevantes na construção desta abordagem, tais como o uso de terminologia cotidiana, objetividade e simplicidade, o máximo de exclusividade mútua entre categorias e elementos, habilidades diretamente observáveis e de utilização prática na cabine de comando e de treinamento em simulador de voo, são elencadas as quatro categorias de análise, os quinze elementos estruturantes e seus indicadores comportamentais, transcritos a seguir. Ao final deste módulo apresenta-se a escala que divide os comportamentos aceitáveis dos não aceitáveis.

4.1 COOPERAÇÃO

4.1.1 CONSTRUÇÃO E MANUTENÇÃO DE EQUIPE

- Estabelecer uma atmosfera de comunicação aberta e de participação.
- Encorajar que os outros deem novas informações e *feedback*.
- Não competir com os outros.

4.1.2 CONSIDERAÇÃO PELOS OUTROS

- Levar em consideração sugestões dos outros mesmo que você não concorde com elas.
- Levar em consideração a condição dos outros.
- Oferecer um *feedback* apropriado.

4.1.3 DAR SUPORTE AOS OUTROS

- Colaborar com a equipe em situações de necessidade, mantendo o foco na tarefa e não na pessoa.
- Oferecer ajuda.

4.1.4 RESOLUÇÃO DE CONFLITOS

- Manter a calma nos conflitos.
- Sugerir soluções ao conflito.
- Concentrar-se no que é certo e não em quem está certo.

4.2 LIDERANÇA

4.2.1 USO DE AUTORIDADE E ASSERTIVIDADE

- Se posicionar no papel de liderança.
- Ter iniciativa para garantir que a tarefa/missão seja atingida com sucesso.
- Exercer o comando quando a situação exigir.
- Motivar o grupo pelo reconhecimento e pela supervisão quando necessário.

4.2.2 OFERECER E MANTER PADRÕES

- Garantir que os procedimentos padrões sejam seguidos.
- Interferir em caso de desvio.
- Após consultar a equipe, desviar do procedimento padrão se a situação assim o exigir.

4.2.3 PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO

- Encorajar os elementos do grupo de trabalho no planejamento e na consecução da tarefa.
- Falar claramente as intenções e os objetivos.

4.2.4 GERENCIAMENTO DA CARGA DE TRABALHO

- Distribuir as atividades entre a equipe, checar e corrigir apropriadamente.
- Priorizar atividades operacionais secundárias para a obtenção de recursos suficientes para as atividades de voo principais.
Reservar tempo suficiente para a realização da atividade.

4.3 CONSCIÊNCIA SITUACIONAL

4.3.1 CONSCIÊNCIA DOS SISTEMAS DA AERONAVE

- Monitorar e relatar mudanças nos sistemas da aeronave.
- Ter conhecimento das entradas e das mudanças para os sistemas.

4.3.2 CONSCIÊNCIA DO AMBIENTE EXTERNO

- Obter informações sobre o ambiente.
- Contatar recursos externos quando necessário.
- Dividir informações sobre o ambiente com os demais.

4.3.3 CONSCIÊNCIA DO TEMPO

- Discutir estratégias de contingência.
Identificar problemas possíveis ou futuros.

4.4 TOMADA DE DECISÃO

4.4.1 DEFINIÇÃO E DIAGNÓSTICO DO PROBLEMA

- Buscar informações e identificar o problema.
- Rever com a tripulação os fatores causais do problema.

4.4.2 PRODUÇÃO DE OPÇÕES

- Estabelecer curso alternativo de ação.
- Perguntar à equipe por opções.

4.4.3 AVALIAÇÃO DO RISCO E SELEÇÃO DE OPÇÕES

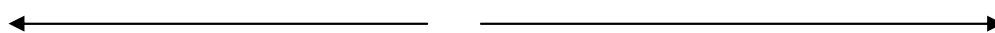
- Considerar e compartilhar riscos acerca dos cursos de ação alternativos.
- Falar sobre possíveis riscos acerca dos cursos de ação, em termos de restrições da tripulação.
- Confirmar curso de ação escolhido.

4.4.4 REVISÃO DOS RESULTADOS

- Checar resultado em relação ao objetivo.

4.5 ESCALA DE AVALIAÇÃO DAS HABILIDADES NÃO TÉCNICAS

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|--|---|---|---|
| Muito inadequado | Inadequado | Aceitável | Bom | Muito bom |
| O comportamento observado afeta diretamente a segurança operacional | O comportamento observado, em outras circunstâncias, poderia ter afetado a segurança operacional | O comportamento observado não afeta a segurança operacional, mas precisa melhorar | O comportamento observado melhora a segurança operacional | O comportamento observado é um exemplo a ser seguido para a segurança operacional |



Comportamentos inaceitáveis

Comportamentos aceitáveis

5 DEFINIÇÕES DE TERMOS APLICÁVEIS AO MODELO DE AVALIAÇÃO NOTECHS

Da mesma forma que se estabeleceu o uso de fraseologia padrão nas comunicações radiotelefônicas na aviação, no campo comportamental também é preciso haver o compartilhamento de termos e definições para se tratar com objetividade as avaliações das habilidades de CRM. Abaixo, segue uma relação de termos básicos ao bom entendimento do modelo NOTECHS. Os termos serão apresentados em uma ordem lógica e não alfabética para melhor entendimento do modelo.

Avaliação: O processo de observar, assinalar e interpretar o conhecimento e desempenho individual em face de determinado padrão estabelecido.

Habilidades Não Técnicas: São as habilidades que se referem aos comportamentos e atitudes dos pilotos na cabine não diretamente relacionados ao controle da aeronave, gerenciamento dos sistemas e aos SOP (VAN AVERMAETE, 1998).

Habilidades não técnicas são definidas como as habilidades cognitivas, sociais e de autogerenciamento, que complementam as habilidades técnicas dos trabalhadores, e contribuem para a segurança e para o desempenho eficaz de tarefas. Incluem competências tais como tomada de decisão, gerenciamento da carga de trabalho, comunicação em equipe, consciência situacional (AUSTRALIA, 2011).

Gerenciamento de Recursos de Equipe (CRM): Uma filosofia de operações e de treinamento de equipe, com o objetivo de garantir a utilização eficaz de todos os recursos disponíveis para realizar operações de voo seguras e eficientes.

Facilitador: Um instrutor que permite a aprendizagem em um ambiente centrado no estudante guiando os participantes através de discussões, interações, exercícios estruturados e experiências.

Princípios de fatores humanos. Princípios que se aplicam ao projeto, certificação, treinamento, operações e manutenção aeronáuticos e que busquem a interface segura entre as pessoas e outros componentes do sistema pela consideração adequada do desempenho humano.

Desempenho Humano. Capacidades e limitações humanas que geram impacto na segurança e eficiência das operações aéreas (ICAO, 2006).

NOTECHS: Uma abordagem, desenvolvida pela Joint Aviation Authorities (Europa), para a avaliação das habilidades não técnicas, tendo por base um sistema de indicadores comportamentais.

Indicador comportamental: uma habilidade não técnica ou competência relativa a determinado ambiente de trabalho que contribui favorável ou desfavoravelmente para a efetividade do desempenho.

Cooperação: É a habilidade de trabalhar efetivamente em equipe. No modelo NOTECHS a cooperação inclui quatro elementos, definidos a seguir.

- **Construção e manutenção de equipe:** Habilidade para estabelecer relações interpessoais positivas entre os membros da equipe e participar ativamente para a finalização das tarefas.
- **Consideração pelos outros:** Envolve a aceitação do jeito de ser do outro e a compreensão da sua situação pessoal.
- **Dar suporte aos outros:** Está relacionado a ajudar os parceiros de equipe quando eles precisarem de ajuda.
- **Resolução de conflitos:** Trata-se da articulação de diferentes posições interpessoais e da atitude de oferecer sugestões para soluções

Liderança e Habilidades Gerenciais: Processo de se finalizar uma tarefa coletiva com uma equipe motivada e operante através de coordenação e persuasão:

- **Uso de autoridade e assertividade:** Precisa ser ajustado à necessidade de participação e assertividade do grupo de trabalho.
- **Oferecer e manter padrões:** Refere-se a estar de acordo com padrões essenciais para a finalização da tarefa. Faz parte desta habilidade supervisionar e fazer uma intervenção em caso de desvio dos padrões por parte de alguém da equipe. Se a situação exigir algum desvio de um procedimento padronizado, este desvio precisa ser debatido e anunciado.
- **Planejamento e coordenação:** Referem-se ao uso apropriado do conceito de divisão de tarefas e de delegação de tal modo que se atinja um elevado desempenho do grupo de trabalho e se evite altos e baixos quanto à carga de trabalho.
- **Gerenciamento da carga de trabalho:** Demanda uma clara priorização das atividades operacionais primárias e secundárias. O planejamento deve distribuir as atividades apropriadamente pela equipe. Sinais de estresse e de fadiga precisam ser levados em conta. Recursos externos e internos

(incluindo a automação) devem ser utilizados para que a ação seja realizada no tempo necessário.

Consciência situacional: É a habilidade de perceber acuradamente o que está dentro da cabine e fora da aeronave. Também é a habilidade de compreender o significado de elementos variados do ambiente e a projeção da condição de voo em um futuro próximo.

- **Consciência dos sistemas da aeronave:** A tripulação precisa estar constantemente ciente da situação dos diferentes sistemas da aeronave.
- **Consciência do ambiente externo:** A tripulação precisa estar consciente sobre o ambiente (posição, condições meteorológicas, tráfego aéreo, terreno).
- **Consciência do tempo:** A tripulação precisa não só estar consciente sobre o presente estado dos sistemas da aeronave e do ambiente, como precisa ser capaz de prever estados futuros, e assim antecipar acontecimentos futuros.

Tomada de Decisão: É a habilidade de estabelecer um julgamento ou escolher uma opção.

- **Definição e diagnóstico do problema:** Habilidade de coletar informações necessárias para definir um problema e seus fatores causais.
- **Produção de opções:** Habilidade de um membro da equipe em gerar mais de uma resposta ao problema.
- **Avaliação do risco e seleção de opções:** Habilidade em se avaliar com sucesso os riscos e os benefícios de diferentes respostas a um problema.
- **Revisão dos resultados:** Refere-se à necessidade da tripulação em checar as consequências da solução em relação ao objetivo pré-definido.

Objetivo de treinamento: Uma afirmação clara composta por três partes, ou seja, o desempenho esperado ou o que o aluno deverá ser capaz de fazer ao final da capacitação (ou ao final das fases específicas de capacitação), o padrão de desempenho que deve ser atingido para confirmar o nível de competência do aluno, e as condições

sob as quais o aluno irá demonstrar a competência (ICAO, 2006).

6 CONCLUSÃO

A metodologia de avaliação NOTECHS foi desenvolvida para reduzir a subjetividade nas avaliações de desempenho dos tripulantes no quesito CRM e para integrar os objetivos de treinamento com os resultados das avaliações para possibilitar uma melhoria contínua. O Programa de Qualificação Avançada integra as avaliações de proficiência aos comportamentos, elementos e categorias CRM e os integra ao longo de todo o ciclo de treinamento dos tripulantes.

O desenvolvimento das habilidades não técnicas é um componente importante para o efetivo gerenciamento da segurança operacional, sendo a avaliação do programa de treinamento parte do processo de garantia da segurança. A metodologia de avaliação NOTECHS, devido ao seu caráter geral, serve como um modelo orientador. A especificidade será encontrada por cada operador, que deverá criar a sua escala, elencar os comportamentos para cada categoria, estabelecer os seus divisores do que é aceitável e do que é inaceitável para as suas operações, treinar todo pessoal envolvido sob este sistema de avaliação e facilitar o uso da *fraseologia* CRM através de definições claras e objetivas. É um processo contínuo de desenvolvimento e consolidação de indicadores comportamentais que representem as boas práticas nas diversas atividades que compõem as ações dos tripulantes na condução das suas funções.

Estabelecer parâmetros objetivos e compreensíveis para as avaliações dos tripulantes é uma forma de melhorar a segurança das operações aéreas, e a literatura internacional oferece exemplos bem sucedidos neste sentido para consultas complementares a este texto, cujo caráter informativo não pretendeu ser exaustivo sobre a matéria.

NOTECHS: A MODEL OF ASSESSMENT OF NON-TECHNICAL SKILLS THROUGH BEHAVIORAL MARKERS

ABSTRACT: The effective performance of individuals and teams in air activities implies mastering both technical and non-technical skills. This article refers to *non-technical skills* as

cognitive, social and self-management skills, which complement the workers' technical skills, and contribute to safety and to the effective execution of tasks. The non-technical skills include competencies such as situational awareness, decision-making, workload management, and team communication. The development of methodologies for assessment of non-technical skills is key to the obtainment of the desired effects of training intervention strategies in the actual operational environment. In this sense, this work presents the NOTECHS model, developed in 1998, after a request from JAA. A descriptive approach clarifies the structure of the model, which is based on four categories: cooperation, leadership, situational awareness and decision making. To obtain evidence of skills in operational scenarios (cockpit, simulator), the evaluator observes behavioral markers, which are considered acceptable or not acceptable according to the skill assessment scale. A list of terms and definitions applicable to NOTECHS finalizes this work.

KEYWORDS: Assessment. CRM. Human Factor. NOTECHS. Training.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (BRASIL). **Regulamento Brasileiro da Aviação Civil**: RBAC n. 121: requisitos operacionais: operações, domésticas, de bandeira e suplementares. Emenda n.00. [Brasília], 2010.

AUSTRALIA. Civil Aviation Safety Authority. **Non-Technical Skills Training and Assessment for Regular Public Transport Operations**. [Australia], 2011. CAAP SMS-3(1). Disponível em: <http://www.casa.gov.au/wcmswr/_assets/main/download/caaps/ops/sms-3-1.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2011.

GRÃ-BRETANHA. Civil Aviation Authority. **CAP 737**: Crew Resource Management (CRM) Training. Norwich, 2006. Disponível em: <<http://www.caa.co.uk/docs/33/CAP737.PDF>>. Acesso em: 25 jan. 2012.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Training**: procedures for air navigation services (Doc 9868). Montreal, 2006.

VAN AVERMAETE, J. A. G. **NOTECHS**: non-technical skill evaluation in JAR-FCL. Amsterdam: NLR, 1998. NLR-TP-98518. Disponível em: <http://www.siaa.asn.au/simtect/2005/NOTECHS_report.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2011.

A FILOSOFIA DE *SURVIVABILITY* DE AERONAVES NA AVIAÇÃO DE SEGURANÇA PÚBLICA BRASILEIRA: UMA PROPOSTA

Hérilon Conceição Santos Lima¹

Artigo submetido em: 30/01/2012

Aceito para publicação em: 08/05/2012

RESUMO: O tipo e a natureza das operações aéreas especiais de Segurança Pública contribuem para danos nas aeronaves e lesões ou mortes em seus ocupantes, requerendo a aderência à Filosofia de *Survivability* de Aeronaves contextualizada para a aviação de segurança pública brasileira. É utilizado o método de estudo de casos múltiplos para apoiar a hipótese de aplicação desta Filosofia, além de ampla pesquisa bibliográfica e do empréstimo de elementos de análise comparativa. Neste artigo são descritas as principais características dessa filosofia, bem como é proposta a sua aderência pela aviação de Segurança Pública brasileira, como mecanismo de incremento na segurança operacional aeronáutica.

PALAVRAS-CHAVE: Aviação de Segurança Pública. Segurança Operacional. *Survivability*.

1 INTRODUÇÃO

A Aviação de Segurança Pública é um setor da aviação em pleno desenvolvimento. Com o aumento do número de unidades aéreas e aeronaves, há a necessidade de sua melhor estruturação para prestação dos serviços regulados pela sociedade (BRASIL, 2009b).

1.1 CONTEXTO

No cenário brasileiro de Defesa Social, conforme Tabela 1, existe uma predominância de unidades aéreas de segurança pública. Apenas, não houve a implantação em duas das 27 unidades da federação. Dessa forma, em termos percentuais, a ausência do serviço foi verificada em cerca de 7% das unidades da federação.

Segundo dados apurados, o universo de Segurança Pública representa 91% dos

¹ Capitão da Polícia Militar da Bahia. Chefe da Unidade de Segurança Operacional Aeronáutica do Grupamento Aéreo da PMBA. Elemento Credenciado em Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. Comandante de Aeronave Tipo Helicóptero. Mestrando em Aeronavegabilidade Continuada e Segurança de Voo pelo ITA. herlonlima@gmail.com

órgãos de Defesa Social que possuem aeronaves e são operados pelo Estado. Também se verifica que 93% das aeronaves de Defesa Social operadas pelo Estado são de Segurança Pública. Ao todo, são 195 aeronaves de Segurança Pública, dentro do universo de 210 aeronaves do sistema de Defesa Social do Estado.

As unidades aéreas que desempenham ações de Segurança Pública estão presentes em, aproximadamente, 93% das unidades da federação. Apenas, os Estados de Roraima e Paraíba não possuem o serviço.

TABELA 1 – Quantidade de Órgãos e Aeronaves de Segurança Pública no Contexto de Defesa Social do Brasil.

| QUANTIDADE DE ÓRGÃOS E AERONAVES DE DEFESA SOCIAL NO BRASIL | | | | | | | | |
|---|------------|------------|--------------|------------|-----------|------------|------------|------------|
| ÓRGÃO | QUANTIDADE | % | AERONAVE | | | | TOTAL | % |
| | | | ASA ROTATIVA | % | ASA FIXA | % | | |
| SEGURANÇA PÚBLICA | 40 | 91 | 132 | 94 | 63 | 91 | 195 | 93 |
| OUTROS | 4 | 9 | 9 | 6 | 6 | 9 | 15 | 7 |
| TOTAL | 44 | 100 | 141 | 100 | 69 | 100 | 210 | 100 |

HCSL – 1AGO2011

Os números revelam a dimensão do patrimônio envolvido e indicam também a necessidade de mais atenção para o setor, conforme revelado pelo Relatório de Segurança Operacional da ANAC, sob pena de se permitir o seu crescimento desordenado e uma operação insegura, ineficaz e ineficiente.

1.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE O PROBLEMA

Com o aumento do número de aeronaves e de missões atendidas (BRASIL, 2009b), cresce também o número de acidentes aeronáuticos (BRASIL, 2009a). Nesse setor da aviação há a predominância de aeronaves de asas rotativas, de condições extremas de operação e de demandas inopinadas de emprego.

Com base nos dados do Relatório Anual de Segurança Operacional da ANAC, segundo Brasil (2009a), a Aviação de Segurança Pública envolveu-se, em média, em 15% do total de acidentes com aeronaves de asas rotativas, para o período

compreendido entre o ano de 1999 e o ano de 2009, como pode ser visto na Figura 1.

Parte dos acidentes, como fora dito, estão relacionados à operação em condições extremas (BRASIL, 2009a), sendo necessário atacar e eliminar as suas causas, senão mitigar os seus efeitos.

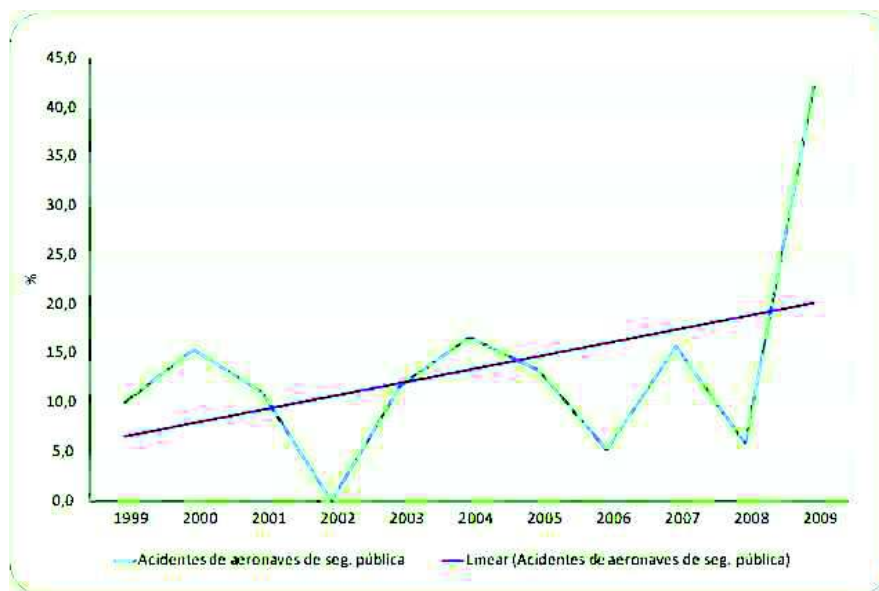


FIGURA 1 – Participação do setor de Segurança Pública no total de acidentes com aeronaves de asas rotativas (BRASIL, 2009a).

A relação de acidentes fatais e não fatais pode ser vista na Figura 2 abaixo.

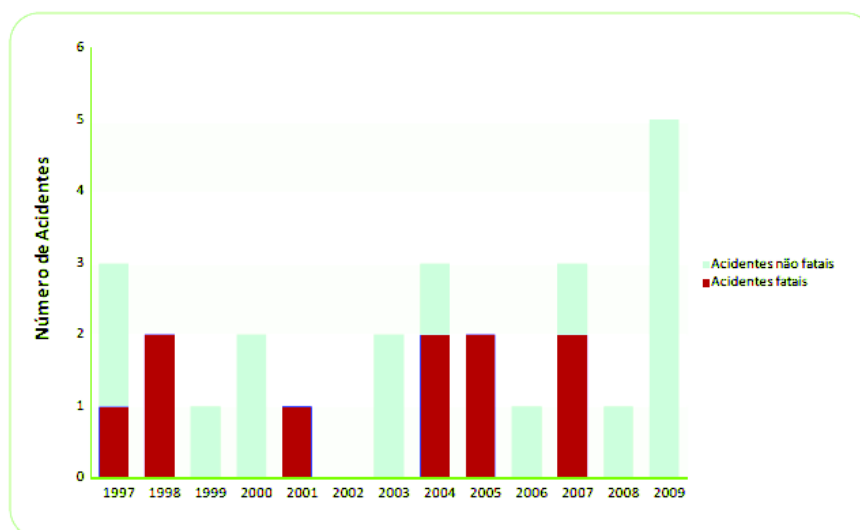


FIGURA 2 – Acidentes envolvendo aeronaves de Segurança Pública e Defesa Civil (BRASIL, 2009a).

O mesmo relatório, segundo Brasil (2009a), mostra que, no período

compreendido entre os anos de 1997 e 2009, foram registrados 26 acidentes aeronáuticos com aeronaves de Segurança Pública, os quais resultaram 24 vítimas fatais.

Esses números foram considerados muito altos e estão atrelados, principalmente, ao tipo e natureza das operações desenvolvidas, que ocorrem em condições extremas de operação (BRASIL, 2009a).

Tais acidentes interrompem o fluxo normal de prestação de serviço do Estado para a sociedade, resulta em risco para a vida dos ocupantes das aeronaves e da população no seu entorno, caso haja sinistro, além de resultar em dano ao patrimônio público.

1.3 REFLEXÕES PARA A SOLUÇÃO DO PROBLEMA

Esse é um setor presente em quase todo o país, notado através de suas vastas ações meritórias. Possui um número expressivo de aeronaves, carecendo da adoção de ações que aumentem a capacidade de cumprimento da missão, através da proteção das aeronaves e de seus ocupantes.

Há a necessidade de se desenvolver ações que melhorem a capacidade de sobrevivência da aeronave, por ser um patrimônio com custo de aquisição elevado para o Estado e uma ferramenta eficaz e eficiente na implantação e desenvolvimento de políticas públicas para a sociedade.

Aliada a esta ação, há a necessidade também de aumentar a capacidade de sobrevivência dos ocupantes de uma aeronave, por se tratar de preservação da vida humana e merecer os cuidados imediatos e salvaguardas necessárias para que o seu ambiente de trabalho seja seguro e adequado às suas tarefas.

2 CONSIDERAÇÕES SOBRE A ADERÊNCIA À *SURVIVABILITY*

Para a aplicação da Filosofia de *Survivability* de Aeronaves na Aviação de Segurança Pública brasileira, leva-se em conta a relevância desse serviço para a sociedade, o ambiente extremo que essas operações ocorrem, a necessidade de

promover garantias de sobrevivência tanto da aeronave quanto de seus ocupantes, além de melhoria da eficácia e eficiência dessas missões.

Embora a abrangência da Filosofia de Segurança de Voo tenha sido ampliada, por influência do *Safety Management System* (SMS), que culminou no reconhecimento oficial do termo Segurança Operacional Aeronáutica pela ICAO, os propósitos de seu estudo e investigação ainda deixam de fora algumas ocorrências como lesões ou mortes provocadas por terceiros, além de outras com nexos causais ilícitos, que ocorrem no contexto da aviação de Segurança Pública.

Baseado também nessas ocorrências, embora extrapolem os contornos da Segurança Operacional Aeronáutica, mas que afligem as aeronaves de Segurança Pública no cumprimento de operações aéreas especiais e interferem em seus resultados, é que é sugerida a aderência à Filosofia de *Survivability* de Aeronaves como mecanismo capaz de recepcionar e estudar, de forma mais adequada, as necessidades próprias desse tipo de serviço prestado pelo Estado.

É importante localizar a Aviação de Segurança Pública dentro do contexto do sistema de Defesa Social operado pelo Poder Público. No Brasil, a Aviação de Segurança Pública está atrelada à aviação de Estado.

Na Aviação de Segurança Pública, de forma consagrada, utiliza-se o termo multimissão para representar uma doutrina caracterizada pela capacidade de atender diversas áreas de interesse, o que amplia principalmente a eficiência dos equipamentos empregados.

Desta forma, esta característica de emprego requerida para cumprimento das missões indica necessidades especiais para o seu cumprimento, mesmo porque, o cenário de ocorrências típicas de Segurança Pública é marcado pelo desequilíbrio da sociedade, muitas vezes, um cenário de condições extremas de operação, ou seja, hostil (BRASIL, 2009).

Neste diapasão, a aderência a essa filosofia surge como mais uma opção para o processo de melhoria da atuação de aeronaves a serviço do poder público, por meio da sobrevivência da aeronave e dos seus ocupantes, concorrendo para o aumento de

eficácia e eficiência das ações atreladas às políticas públicas de segurança e ampliando o conceito trabalhado na Segurança Operacional Aeronáutica.

3 ORIGEM DA FILOSOFIA

Como já comentado, essa filosofia surge do ambiente de guerra. O investimento em pesquisa e em melhorias técnicas contribuiu para que ela avançasse como ferramenta de vanguarda na proteção dos interesses das missões, sem perder de vista a segurança do equipamento e a preservação das vidas envolvidas.

Os conflitos armados fazem parte da trajetória histórica dos povos. Dentre as várias possibilidades, para se obter vantagem estratégica na resolução dos conflitos, foram utilizadas aeronaves (BALL, 1985).

Em um primeiro momento, a *Survivability* se tornou uma disciplina fortemente ligada ao ambiente de combate próprio de guerra, cujas ameaças se resumiam àquelas próprias desse teatro de operações. Nesse contexto, a filosofia em apreço foi definida como “a capacidade de uma aeronave evitar ou resistir a um ambiente hostil produzido pelo homem” (BALL, 1985, p. 1, tradução nossa).

A Guerra Ítalo-Turca (1911-1912) foi o primeiro conflito da humanidade a empregar aviões, como uma ferramenta de vantagem estratégica. As primeiras operações com uso de aeronaves foram missões de reconhecimento próximo à linha inimiga, nas imediações de Trípoli, na Líbia, e missões de lançamento de granadas em posições turcas, a partir de aeronaves (BALL, 2003).

Durante a 1ª Guerra Mundial, o avião continuou a ser utilizado em missões de reconhecimento e lançamento de bombas, adicionalmente, foram empregados armamentos a partir das aeronaves, como exemplifica Ball (1985, p. 11).

O conceito de desenhar e operar aeronaves militares que sobrevivessem em combates originou-se no século 20, quando os pilotos da primeira guerra mundial voavam em altitude máxima, acima das armas inimigas que estavam em solo, sentados em tampas de fogão e carregando armas para se protegerem do inimigo.

Na Guerra da Coreia, os helicópteros passaram a ser empregados, mais

comumente, em missões de reconhecimento e resgate aeromédico. O emprego continuou crescendo e se verificou que, nos recentes conflitos do Iraque e do Afeganistão, mais de 750 aeronaves foram empregadas em apoio às forças terrestres (DRWIEGA, 2010).

Os primeiros sinais da Filosofia de *Survivability* ocorreram por meio de tentativas de emprego de armamento embarcados em aeronaves. Essas demonstrações ocorreram a partir da simples adição de uma arma longa, preferencialmente um fuzil, nas mãos do observador da aeronave.

O destaque maior da Filosofia de *Survivability* de Aeronaves foi dado durante a guerra do sudeste asiático, na década de 70. Neste conflito, foram realizados vários investimentos em pesquisa que se sucederam, também, nas décadas seguintes (BALL, 2003).

Porém, foi no ano de 1991, com a Operação Tempestade no Deserto, que a filosofia em referência se tornou um requisito diferencial que ditou as regras de sucesso da operação, além de, a partir daquele momento, ter justificado todo o investimento realizado (BALL, 2003).

4 OS PRIMEIROS SINAIS DE ADERÊNCIA À FILOSOFIA

De forma gradual, a Filosofia de *Survivability* de Aeronaves foi surgindo no cenário dos conflitos armados, por meio da adição de equipamentos e pequenas modificações nas aeronaves, de forma que melhorassem a sua própria sobrevivência e a dos seus ocupantes.

Com o passar dos anos, foram realizadas modificações nos projetos das aeronaves para que contemplassem a redução da probabilidade de fogo e explosão no sistema de combustíveis, bem como a redução da probabilidade da perda de controle do sistema de voo da aeronave (BALL; ATKINSON, 1995).

Alinhado a esse método, passou-se a proteger o sistema de combustíveis, as fuselagens passaram a ser mais resistentes aos projéteis balísticos, e características, como a assinatura visual, foram atenuadas, dentre outras medidas e contramedidas que

visavam tornar a aeronave menos detectável e mais resistente à agressão inimiga (BALL; ATKINSON, 1995).

No escopo da *Survivability*, os maiores ensinamentos disponíveis foram coletados pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América (DoD), razão pela qual os documentos e estudos realizados pelas forças armadas e as demais instituições e órgãos desse país são citados oportunamente, para focar a sua participação nessa forma de pensar aeronaves.

4.1 CONCEITOS FUNDAMENTAIS DA FILOSOFIA DE *SURVIVABILITY*

Com o passar dos anos, principalmente depois dos estudos realizados na *Naval Post Graduate School*, a Filosofia de *Survivability* de Aeronaves foi tomando consistência nos seus fundamentos. Existem dois conceitos importantes na abordagem, o primeiro é a Suscetibilidade e o segundo é a Vulnerabilidade, próprios do ambiente de encontro de uma aeronave com uma ameaça (BALL, 2003).

Sob o ponto de vista da eficácia, as aeronaves que incorporavam características que diminuía a sua Suscetibilidade e a sua Vulnerabilidade sobreviviam mais no campo de batalha. Sendo assim, há a necessidade de se desenvolver uma abordagem científica e acadêmica para o acompanhamento da *Survivability*, embora lições úteis tenham advindo do ambiente de batalhas, e, inicialmente, orientaram os avanços dos projetos de aeronaves (BALL; ATKINSON, 1995).

A Suscetibilidade e a Vulnerabilidade podem ser estabelecidas de forma probabilística. A medida de Suscetibilidade pode ser obtida através do P_H , ou seja, da probabilidade da aeronave ser atingida por uma grave ameaça. Já a medida de Vulnerabilidade de uma aeronave é representada pelo seu $P_{K/H}$, que representa a probabilidade de ser destruída, caso seja atingida por uma grave ameaça (BALL, 2003).

4.2 A *SURVIVABILITY* NOS PROJETOS DE AERONAVES

Há muitos benefícios quando se adere a Filosofia de *Survivability* em um sistema, dentre as muitas melhorias, ocorrerá o aumento da capacidade de enfrentar as ameaças

presentes em determinado ambiente, a redução do custo do ciclo de vida do produto e haverá menos perdas das vidas humanas envolvidas (ESTADOS UNIDOS, 2001b).

A Filosofia de *Survivability* tem participação efetiva em todos os aspectos do processo de aquisição de aeronaves, devendo ser empregada as mais recomendadas técnicas de gestão e de engenharia que, reconhecidamente, reduzam custo, tempo de execução e riscos de emprego de aeronaves (ESTADOS UNIDOS, 2001a).

4.3 A SISTEMATIZAÇÃO DO ESTUDO E A COLETA DE INFORMAÇÕES

Para se conseguir alcançar um emprego mais efetivo de aeronaves em confrontos, foi necessário estudar melhor os ambientes e as perdas causadas. A inserção de requisitos orientados pela Filosofia de *Survivability* nos projetos de aeronaves é recente (BALL; ATKINSON, 1995), embora a sua filosofia venha sendo empregada desde os primeiros conflitos armados nos quais foram empregadas aeronaves.

Com o objetivo de melhor entender as perdas de aeronaves na dinâmica do combate, a Força Aérea dos Estados Unidos da América enviou uma equipe em campo para entrevistar tripulações de aeronaves abatidas. Estas equipes também inspecionaram e coletaram dados sobre aeronaves que foram alvejadas, sistematizando informações importantes, como tipo e localização do dano, mesmo aqueles danos que não chegaram a resultar em perda total da aeronave (BALL; ATKINSON, 1995).

Após o trabalho em campo da primeira equipe, foram expedidas recomendações que visavam à redução de perdas de aeronaves em combate. Dentre essas recomendações, foram realizadas avaliações de Vulnerabilidades e suas possíveis reduções, baseadas nos dados coletados em campo e nas suas avaliações (BALL; ATKINSON, 1995).

Sendo assim, a experiência, advinda das perdas totais de aeronaves que não possuíam características de projeto específicas para evitar e resistir às ameaças da batalha fez com que os requisitos de *Survivability* se tornassem uma característica crítica do sistema. Por essa razão, a filosofia tratada neste artigo passou a ser

sistematizada e incorporada, formalmente, aos projetos de aeronaves (BALL; ATKINSON, 1995).

A disciplina de *Survivability* compreende diversas atividades e funções, conferindo a ela um caráter multidimensional e interdependente. Há a necessidade de intercâmbio de dados e metodologias, além da compreensão apurada do processo e da terminologia empregada no seu contexto (ESTADOS UNIDOS, 2001a).

4.4 A CRIAÇÃO DA JTTCG ON AIRCRAFT SURVIVABILITY

No ano de 1971, a *Joint Technical Coordinating Group on Aircraft Survivability* (JTTCG/AS) foi criada com foco orientado para a inserção da *Survivability* como disciplina formal nos projetos de aeronaves voltadas a sobreviver em ambiente de guerra (BALL; ATKINSON, 1995). Essa medida foi uma tentativa de reverter as perdas de aeronaves ocorridas nos campos de batalha, porém com uma abordagem científica.

A partir do final de 1971, tomou corpo uma revolução nos projetos de aeronaves militares, com o início do programa de aeronave *stealthy*. Essa tentativa objetivou aumentar a *Survivability* de aeronaves, através da redução da sua Suscetibilidade de emprego. Muitas adaptações foram realizadas nesse projeto como uma adequação entre a sua característica de não ser detectável pelos radares e a manutenção de sua aeronavegabilidade (BALL; ATKINSON, 1995).

4.5 A SURVIVABILITY NA NAVAL POSTGRADUATE SCHOOL

O professor Robert Ball é uma referência nessa filosofia. Por ele foi observado que, durante a Guerra do Vietnam, a perda de uma aeronave era altamente influenciada pelo seu projeto. Para corrigir essa constatação, então, introduziu-se a Filosofia de *Survivability* como disciplina formal na educação de engenheiros (ESTADOS UNIDOS, 2002).

Desta forma, o estudo dessa filosofia deve ser mais presente e atuante durante a fase de projeto dos sistemas. As suas ferramentas aumentam a sobrevivência de aeronaves em ambiente de combate (ESTADOS UNIDOS, 2002).

O programa educacional de *Survivability* em combate surgiu na *Naval Postgraduate School* (NPS). O professor Robert Ball foi o grande cérebro por trás do programa e, hoje, é considerado a maior referência pela comunidade relacionada ao estudo dessa filosofia (LINDELL, 2010).

É da autoria do professor Robert Ball dois livros sobre o tema, além de ter ensinado mais de 4.000 alunos oriundos do meio militar e do meio civil, incluindo o industrial, por mais de 20 anos (LINDELL, 2010).

4.6 A SURVIVABILITY NO DEPARTAMENTO DE DEFESA

O Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América (DoD), desde 1991, estabeleceu a *Survivability* como uma característica crítica do sistema. Foi, assim, definida nas diretrizes e instruções do Departamento, em decorrência da sua interferência nos resultados finais desse sistema. A partir do ano de 1995, essa filosofia foi também adotada nos processos de aquisição de armas (BALL, 2003).

Ainda dentro da perspectiva da sobrevivência dos ocupantes de uma aeronave, existe uma lei federal, nos Estados Unidos da América, que garante o orçamento e define os gastos do seu Departamento de Defesa (ANDERSON; WILLIAMSEN, 2007).

Essa lei denominada *National Defense Authorization Act*, para o ano fiscal de 2005, introduziu a necessidade de previsão de cumprimento de requisitos de *Survivability* e *Force Protection* para programas de aquisição de sistemas tripulados (ANDERSON; WILLIAMSEN, 2007).

Embora sejam definidos por conceitos diferentes, já que a *Survivability* envolve a sobrevivência da aeronave e a *Force Protection* está atrelada à sobrevivência da tripulação, os dois conceitos dividem áreas comuns.

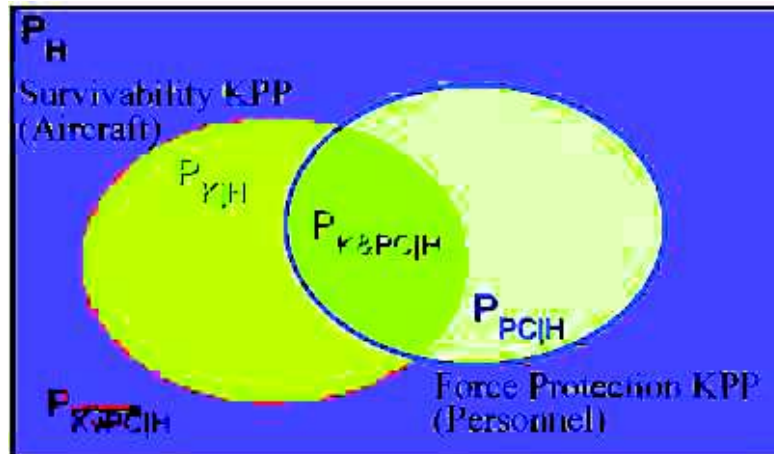


FIGURA 3 – Diagrama de Venn com interseção de probabilidades entre a morte de uma aeronave e a de seus ocupantes (ANDERSON; WILLIAMSEN, 2007).

No diagrama de Venn, como visto na Figura 3 acima, $P_{K/H}$ é tratado como a probabilidade de uma aeronave ter sido abatida após ser atingida, já $P_{PC/H}$ é a probabilidade de existirem lesões nos ocupantes da aeronave após ela ser atingida (ANDERSON; WILLIAMSEN, 2007).

A partir do diagrama, observa-se que existe uma área significativa na qual existe a probabilidade da aeronave ser abatida e os ocupantes serem lesionados, após a aeronave ser atingida (ANDERSON; WILLIAMSEN, 2007).

Numa análise extensiva, a morte de uma aeronave pode ocorrer caso ela seja atingida, mas permanece também essa possibilidade caso os seus tripulantes técnicos sejam atingidos. Há também prejuízo para o cumprimento da missão, caso os outros ocupantes da aeronave sejam lesionados.

5 CRASWORTHINESS

Com o objetivo de mitigar as perdas de tripulações, em virtude de ocorrências geradas por graves ameaças em ambientes hostis, é aplicado o conceito de *Crashworthiness*. Segundo Jones (2002, p.1): “A meta da abordagem sistêmica do *Crashworthiness* é desenvolver e promover a tecnologia que aumentará a taxa de sobrevivência humana ou reduzirá a taxa de fatalidade em acidentes nos quais é possível sobreviver”.

De forma geral, o *Crashworthiness* está ligado à mitigação de fatalidades, através

da redução de impactos e dos efeitos de fogo ocorrido em um acidente. Para que se consiga alcançar esse objetivo é necessário entender a cinemática do acidente, considerando que vários fatores interferem na sobrevivência dos ocupantes de uma aeronave (JONES, 2002).

Segundo Jones (2002), alguns fatores são necessários e concorrentes para a sobrevivência dos ocupantes de uma aeronave, quais sejam:

- a) A capacidade da estrutura da aeronave e dos assentos absorverem a energia produzida durante o impacto;
- b) Equipamentos, como o capacete de voo, destinados a minimizar a consequência dos impactos devem funcionar perfeitamente;
- c) O assento deve permanecer preso ao piso da cabine;
- d) Deve haver uma rota desbloqueada de escape do interior da aeronave; e
- e) Deve haver tempo suficiente para que os ocupantes abandonem a aeronave, antes que o fogo e a fumaça se tornem incapacitantes.

5.1 O EMPREGO OPERACIONAL DO HELICÓPTERO

Algumas operações mais adequadas ao uso helicópteros possuem um risco maior. Por força de suas características específicas e a sua versatilidade, com o uso do helicóptero é possível atender a uma grande quantidade e tipos de emergências.

As operações aéreas de segurança pública, devido ao seu tipo e a sua natureza, ocorrem em condições extremas de operação. Nos cenários que ocorrem as operações aéreas de Segurança existe a presença de ameaças. Nesse contexto, são consideradas ameaças as fontes de perigo capazes de infligir danos severos na aeronave, bem como lesões incapacitantes em seus ocupantes.

Alguns exemplos de ameaças que se encontram com aeronaves em operações aéreas especiais e infligem lesões ou morte em seus ocupantes são: o risco de colisão com fios e torres, a ocorrência de *brownout* etc. Nos Estados Unidos, mais de 200 pessoas são feridas em acidentes com helicópteros a cada ano (DICKEY; BARNSTORFF, 2010).

O tema relacionado ao *Crashworthiness* de aeronaves é considerado como

crítico pelo setor aeronáutico. Esse assunto enseja a realização de pesquisas por diversas instituições, a exemplo das pesquisas que são realizadas no *Langley Research Center*, da *National Aeronautics and Space Administration (NASA)*.

O respeito mandatório aos limites da aeronave, como o peso máximo de decolagem, o limite de peso por seção do piso da cabine, além de outros, interferem na sua qualidade de *Crashworthiness*.

No mesmo sentido, a utilização de alguns equipamentos, como cinto de segurança e capacete de voo, concorrem para aumentar a qualidade de *Crashworthiness*, ou seja, aumentam as possibilidades de mitigação dos efeitos danosos dos impactos provocados em acidentes aeronáuticos.

5.2 BOAS PRÁTICAS ALINHADAS AO CRASHWORTHINESS

Outras práticas que agem no sentido de aumentar a sobrevivência dos ocupantes de uma aeronave nos eventos relacionados à mitigação dos efeitos pós-acidente, como o fogo, são a utilização de trajes antichamas e a utilização de materiais retardantes na fuselagem de aeronaves.

Ambas as práticas aumentam a capacidade de sobrevivência dos ocupantes, já que ampliam a possibilidade de escape do interior de uma aeronave em chamas, sendo assim, reduzem as taxas de fatalidades em eventos relacionados com colisões.

Outra medida adequada para o *Crashworthiness* é a disposição de um sistema de combustível resistente a impactos. Sob essa ótica estão conjugadas as ações de projeto, padronização e emprego de materiais especiais. Tais materiais são aqueles que imprimem qualidade contra ruptura de tanques de aeronaves, para linhas de abastecimento, dentre outros componentes afins (JONES, 2002).

Uma aeronave que seja considerada *Crashworthy* deve reduzir para níveis aceitáveis o número total e a severidade dos ferimentos causados em eventos relacionados com colisões. Um bom projeto também deve indicar uma elevação do número de ocupantes que sobreviverão no caso de colisão da aeronave.

6 AQUISIÇÃO DE AERONAVES PARA A SEGP

A aviação de Segurança Pública (SEGP) é o setor aéreo do Estado que utiliza aeronaves na luta incessante contra os eventos desfavoráveis e, muitas das vezes, violentos que acometem a sociedade. As aeronaves empregadas neste setor são definidas genericamente pela lei 7.565, de 19 de dezembro de 1986, Código Brasileiro de Aeronáutica (CBAer).

As aeronaves empregadas em missões de Segurança Pública não possuem projetos específicos para o atendimento de suas necessidades de missão, são produtos *Commercial Off-the-Shelf*, diferentemente da grande maioria das aeronaves empregadas em missões de defesa executadas pelo DoD. As aeronaves do Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América (DoD) têm sua missão bem delineada, como afirma Ball (2003, p. xxi):

Aeronaves militares americanas são projetadas, desenvolvidas e operadas para preencher uma necessidade inicialmente estabelecida em uma Declaração de Necessidades de Missão (MNS) do DoD. Elas devem possuir requisitos especiais para operar eficientemente em tempos de paz e eficazmente em tempo de guerra. Como resultado deste ambiente duplo, as aeronaves militares americanas têm que atender um maior número de requisitos, durante o seu processo de aquisição, diferentemente das aeronaves civis. (tradução nossa).

A aquisição de aeronaves é um fator crucial no processo de aparelhamento de Unidades Aéreas de Segurança Pública. Durante os trabalhos de aquisição de aeronaves, a missão que deverá cumprir é o ponto de partida para a escolha do modelo e o conjunto dos demais requisitos alinhados com o objetivo de Defesa Social a ser alcançado.

As aeronaves de Segurança Pública poderão atender, ressalvando a peculiaridade de cada Estado, as missões elencadas em Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica (RBHA). O RBHA 91, em sua Subparte K, estabelece como descrito abaixo:

As operações aéreas de segurança pública e/ou de defesa civil compreendem as atividades típicas de polícia administrativa, judiciária, de bombeiros e de

defesa civil, tais como: policiamento ostensivo e investigativo; ações de inteligência; apoio ao cumprimento de mandado judicial; controle de tumultos, distúrbios e motins; escoltas e transporte de dignitários, presos, valores, cargas; aeromédico, transportes de enfermos e órgãos humanos e resgate; busca, salvamento terrestre e aquático; controle de tráfego rodoviário, ferroviário e urbano; prevenção e combate a incêndios; patrulhamento urbano, rural, ambiental, litorâneo e de fronteiras; e outras operações autorizadas pela ANAC.

Cabe salientar que se constitui um desafio para um único modelo de aeronave atender a todos os requisitos de missão de uma aeronave de Segurança Pública no Brasil, tendo em vista o caráter multimissão de emprego, as características ambientais diversas existentes no país, principalmente, as que envolvem a fauna, a flora e o clima, além das condições hostis produzidas com a participação humana, como os disparos de armas de fogo contra aeronaves.

Para a aplicabilidade da Filosofia de *Survivability* de Aeronaves, como inicialmente aprendida nos campos de batalha, as condições hostis de operação foram traduzidas pelas condições extremas de operação encontradas em diversas missões da aviação de Segurança Pública brasileira.

As condições hostis, ou extremas de operação, no contexto da aviação de Segurança Pública, são aquelas em que existe condição real ou potencial de encontro de uma aeronave com uma ou mais ameaças. Tais ameaças podem ser capazes de infligir danos materiais severos para a aeronave, bem como lesões incapacitantes para os seus ocupantes.

As condições hostis, ou extremas de operação, são aqueles que posicionam o desempenho das aeronaves, normalmente, para as proximidades dos limites do envelope de voo autorizado pelo fabricante e pela autoridade aeronáutica nacional.

Sob o ponto de vista da Filosofia de *Survivability* de Aeronaves, a variação de ambientes, as ameaças e as características de emprego representam um desafio para o atendimento, por um único modelo de aeronave. Apreende-se, desta forma, a dificuldade de constituição de um projeto único de aeronave cujos requisitos atendam toda a aviação de Segurança Pública brasileira.

7 A TRANSFERÊNCIA DE PATRIMÔNIO EXCEDENTE MILITAR

A aderência à Filosofia de *Survivability* pode ser alcançada, também, por meio da aquisição de patrimônio excedente militar. Essa foi a opção encontrada por algumas unidades aéreas de segurança pública para o cumprimento de suas missões em condições extremas de operação.

7.1 TRANSFERÊNCIA NOS ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA

O Programa 1033 é o programa através do qual o Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América (DoD) está autorizado a transferir o seu patrimônio excedente para instituições de Segurança Pública nos diversos níveis (ESTADOS UNIDOS, 2010).

O *Law Enforcement Support Office* (LESO) é a repartição responsável pela gestão da transferência desse patrimônio, o LESO está localizado no *Defense Reutilization and Marketing Service* (DRMS), dentro do Departamento de Defesa (DoD) (ESTADOS UNIDOS, 2010).

As aeronaves excedentes transferidas devem ser usadas, primordialmente, em missões de combate ao tráfico de drogas, combate ao terrorismo, dentre outras. As solicitações de aderência ao programa são endereçadas pelas organizações estaduais de Segurança Pública a um coordenador local, já as solicitações de organizações federais são direcionadas diretamente para o LESO (CUEL, 2010).

Através de aquisições realizadas pelo Programa 1033, muitas organizações de segurança pública conseguem adquirir os meios que necessitam, a um baixo custo. Atualmente, 16.000 organizações estaduais de Segurança Pública e 631 organizações federais, em todo Estados Unidos, aderiram ao programa (CUEL, 2010).

Mais recentemente, a *Custom and Border Protect* (CBP), pertencente ao Departamento de *Homeland Security*, adquiriu mais uma aeronave UH-60 *Blackhawk*, em um total de 2 aeronaves, pavimentando o caminho na direção do modelo de que melhor atenda as suas necessidades e sobreviva às ameaças presentes no seu ambiente de operação, após ter retirado de operação toda a sua frota de MD 600 pelo envolvimento significativo em acidentes e incidentes.

7.2 TRANSFERÊNCIA NO BRASIL

No Brasil, aeronaves excedentes do patrimônio militar não possuem programas abrangentes e volumosos como os programas patrocinados pelo Governo dos Estados Unidos da América, para as aeronaves excedentes do Departamento de Defesa.

As aeronaves excedentes do patrimônio militar são aquelas aeronaves egressas do acervo de uma Força Armada e que, inicialmente, atendam os requisitos estabelecidos no Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC), nº 21, e demais legislações correlatas, em vigor no Brasil para cumprimento por aeronaves civis.

Naquele país, já existe uma cultura de acolhimento de aeronaves excedentes do patrimônio militar pelos demais órgãos públicos. Enquanto nos Estados Unidos da América, segundo relatório do Departamento de Justiça (2007), 24% de todas as aeronaves operadas por instituições de Segurança Pública, em todos os níveis, foram adquiridas através do Programa 1033.

No Brasil, até o ano de 2007 não existiam aeronaves excedentes transferidas para a Segurança Pública. Já no ano de 2011, chegou-se a apenas 2 aeronaves, que representam 1% do total de aeronaves de Segurança Pública.

Essas aeronaves transferidas pertenciam ao patrimônio militar dos Estados Unidos da América e não atendiam à totalidade dos atributos estabelecidos no Código Brasileiro de Aeronáutica, Lei 7.565 de 19 de dezembro de 1986, e na sua regulamentação, através do RBAC 21, para a sua operação no Brasil.

7.3 AERONAVES EXCEDENTES AMERICANAS NO BRASIL

Um exemplo recente de aquisição de aeronave excedente militar, dentro da aviação de Segurança Pública brasileira, foi a incorporação do helicóptero Huey II, anteriormente pertencente ao exército americano, por duas polícias estaduais.

A Polícia Civil do Estado do Rio de Janeiro foi a primeira a adquirir uma aeronave excedente de patrimônio militar, sendo seguida pela Polícia Militar, desse mesmo Estado.

A utilização de aeronaves inicialmente projetadas para utilização pelas Forças

Armadas e reorientadas para emprego na Defesa Social, a Serviço do Poder Público, é uma prática nova no Brasil, porém é uma prática comum nos Estados Unidos da América.

8 PROPOSTA DE PROGRAMA DE *SURVIVABILITY* DE AERONAVES DE SEGP

As mudanças que ocorrem nos cenários dos diversos conflitos indicam a necessidade de utilização de processos de *Survivability*. Estas atividades servem como resposta às novas ameaças, desafios, demandas e oportunidades que surgem (ESTADOS UNIDOS, 2001a).

O ambiente hostil que envolve as aeronaves de Segurança Pública difere um pouco daquele encontrado em ambientes de guerra, embora haja ameaças coincidentes. A Filosofia de *Survivability* de Aeronaves pode ser empregada para mitigar as perdas e aumentar a eficácia e eficiência de emprego nas missões de Segurança Pública.

As ameaças presentes nas operações aéreas de Segurança Pública são próprias de cada região. Essas ameaças podem ser puramente naturais ou produto da atividade humana, delineando características peculiares para cada região.

Enquanto os disparos de arma de fogo contra aeronaves podem se constituir na principal ameaça em uma determinada localidade, não significa dizer que essa é uma regra de aplicação geral para todo um país, conforme se observa na Tabela 1.

Desta forma, existe dificuldade na concepção de um projeto único que atenda de maneira uniforme um país com a extensão territorial do Brasil. As aeronaves empregadas na Segurança Pública são modelos disponibilizados, pelos fabricantes, normalmente no mercado aeronáutico civil, como produto *Commercial-Off-the Shelf* (COTS).

Os projetos que deram origem a esses modelos surgiram do investimento em pesquisa e em desenvolvimento com fundos financiados pelo setor privado e dependem de demanda do mercado (THURGOOD; BURKE, 2010).

TABELA 1 - Aeronaves de Segurança Pública ameaçadas por projéteis de arma de fogo.

| DISPAROS CONTRA AERONAVES POLICIAIS | | | |
|--|-----------------------------|------------|-------------------------|
| ITEM | LOCAL | ANO | FONTE |
| 1 | Columbus, USA | 2006 | ALEA |
| 2 | Gothenburg, Suécia | 2007 | ALEA |
| 3 | Yuma, USA | 2007 | ALEA |
| 4 | Rio Colorado, USA | 2007 | ALEA |
| 5 | Johannesburg, África do Sul | 2008 | DEUTSCHE PRESSE-AGENTUR |
| 6 | Los Angeles, USA | 2008 | ALEA |
| 7 | Johannesburg, África do Sul | 2009 | POLICE HELICOPTER PILOT |
| 8 | Rio de Janeiro, Brasil | 2009 | AGÊNCIA O GLOBO |
| 9 | Central Virginia, USA | 2010 | ALEA |
| 10 | San Juan, Porto Rico | 2010 | PUERTO RICO DAILY SUN |
| 11 | Oklahoma City, USA | 2010 | BOSTON HERALD |
| 12 | Joinville, Santa Catarina | 2010 | PILOTO POLICIAL |
| 13 | Pirabeira, Santa Catarina | 2010 | PILOTO POLICIAL |
| 14 | Los Angeles, USA | 2011 | CNN |

Diferentemente da maioria dos modelos especificados para atividade militar, os modelos de aeronaves utilizados pela aviação de Segurança Pública são produtos de prateleira, ou seja, COTS.

As aeronaves COTS apresentam elevada disponibilidade de exemplares no mercado, normalmente utilizam tecnologia no estado-da-arte e, por vezes, superam os requisitos estabelecidos para aeronaves militares (THURGOOD; BURKE, 2010).

A aquisição de equipamentos atende a três princípios básicos: o cumprimento do objetivo dentro do ambiente que foi projetado operar; deve ter condições de ser facilmente reparado ou substituído, sem prejuízo para a segurança ou comprometimento da eficácia da missão; e tudo isso deve ocorrer com o menor custo possível para o governo (ESTADOS UNIDOS, 1993).

As aeronaves de Segurança Pública são sistemas que fazem parte da política de aquisição estratégica de qualquer governo.

Até o ano de 2016, o Exército dos Estados Unidos pretende adquirir 345 helicópteros modelo Lakota (UH-72A), os quais têm demonstrado boa aceitação,

excelente disponibilidade operacional e registros positivos de segurança operacional aeronáutica (FINNEGAN, 2010). O modelo Lakota (UH-72A) é a versão militar do helicóptero EC-145 da Eurocopter (NELMS, 2009).

O helicóptero UH-72A é do tipo *Light Utility Helicopter* (LUH), a sua aquisição é para atender as missões de treinamento, apoio, evacuação aeromédica, repressão ao tráfico de drogas e primeira resposta, no caso de desastres naturais (THURGOOD; BURKE, 2010).

A Aviação de Segurança Pública ganha vantagem com a utilização de COTS para o desenvolvimento de seu serviço, pois há redução de custos, supressão da demora com pesquisa e desenvolvimento do produto, utilização de tecnologia no estado da arte e eficácia no cumprimento da missão.

Portanto, pensar em uma aeronave projetada exclusivamente para atender as necessidades deste setor não parece viável. Assim como todos os modelos COTS, as aeronaves devem possuir os equipamentos e acessórios que permitam cumprir com eficácia e eficiência a missão, adequando-se às necessidades peculiares do ambiente operacional.

8.1 VISÃO GERAL DO PROGRAMA

Com o intuito de implantar e promover a Filosofia de *Survivability* na aviação de Segurança Pública, propõe-se a criação de um programa voltado à coleta, análise e difusão de informações técnicas relacionadas à *Survivability* de Aeronaves.

Este programa, hospedado no Conselho de Aviação de Segurança Pública (CONAV) e com o apoio do Ministério da Justiça estaria incumbido de manter comunicação direta com as unidades de aviação de Segurança Pública dos Estados, do Distrito Federal e da União para fins de coleta e compartilhamento de informações relevantes para a *Survivability*.

Os dados coletados pelo programa estarão disponíveis para consulta pelas unidades de aviação que compõem o sistema de Defesa Social e as conclusões de trabalhos estariam disponíveis para representantes credenciados da indústria e do

comércio interessados em apresentar soluções para os problemas detectados.

Primariamente, o programa de *Survivability* deverá:

- a) Garantir alto nível de profissionalização para a aviação de Segurança Pública;
- b) Treinar e educar unidades aéreas de Segurança Pública acerca de *Survivability*;
- c) Criar práticas recomendadas e orientações sobre aquisição de aeronaves, sob o ponto de vista da *Survivability*;
- d) Manter elevados níveis de segurança operacional aeronáutica;
- e) Buscar a eficácia e eficiência das operações;
- f) Reunir bibliografia sobre *Survivability* de Aeronaves;
- g) Compilar banco de dados sobre danos causados por ameaças em condições extremas de operação, ou seja, ambiente hostil;
- h) Promover e divulgar a Filosofia de *Survivability* na aviação de Segurança Pública;
- i) Publicar material informativo atualizado sobre o tema;
- j) Promover cursos e treinamento correlatos; e
- k) Abrir canal de comunicação com setores da indústria e comércio, a fim de fomentar soluções para mitigar danos causados pela operação em ambiente hostil, dentre outros.

Este programa, de interesse da Segurança Pública, será alimentado principalmente pelas informações oriundas dos reportes gerados nas unidades de aviação integrantes do sistema. Será dada atenção também aos resultados das contramedidas aplicadas, tanto operacionais de emprego, como de manutenção de aeronaves e outras mais.

O programa de *Survivability* proposto atua no resgate da memória de operação das aeronaves, destacando as maiores necessidades para alcançar a eficácia do emprego das aeronaves.

Existe a necessidade de conhecimento pleno das principais ameaças que acometem as aeronaves de Segurança Pública e as contramedidas cabíveis para

mitigá-las. É importante que se cumpra, de forma satisfatória, as missões e que se retorne para a base em segurança.

Para que a Filosofia de *Survivability* de Aeronaves se consolide no cenário da Aviação de Segurança Pública, dentre outros, é necessária um ambiente legislativo receptivo. Esse ambiente é criado com a proposta de legislação específica, através de uma subparte de Regulamento Brasileiro de Aviação Civil.

9 PROPOSTA DE LEGISLAÇÃO ESPECÍFICA

A mudança na legislação atual constitui uma ação para acolher a aviação de Estado e propiciar a segurança jurídica para as missões desempenhadas pelas aeronaves de Segurança Pública. Existe um trabalho sobre a construção de um Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) específico para a aviação de Estado. Estas operações excetuam as operações militares.

Aproveitando essa oportunidade, foi apresentada uma proposta de subparte para atender uma necessidade e facilitar a aderência à Filosofia de *Survivability* de Aeronaves no setor de Segurança Pública brasileira.

Essa proposta se incorporou à construção do RBAC 90 e foi apresentada ao Conselho Nacional de Aviação de Segurança Pública (CONAV), objetivando melhor acolher os serviços da aviação de Estado.

10 ESTUDO DE CASOS

Para confirmar a importância da Filosofia de *Survivability* de Aeronaves para a Aviação de Segurança Pública, dado a condição extrema de operação, serão apresentados alguns acidentes aeronáuticos, que, exaustivamente investigados pelo CENIPA, nos emprestam lições a serem aprendidas no campo de estudo da *Survivability* aplicada à Aviação de Segurança Pública.

Nos eventos apresentados, há a presença de ameaças geradas por condições extremas de operação que interferem na sobrevivência das aeronaves e de seus ocupantes empregados em missões próprias do Estado.

10.1 CONDIÇÃO EXTREMA DE OPERAÇÃO: SOBREVOO PRÓXIMO DE OBSTÁCULOS

10.1.1 DADOS RESUMIDOS DO EVENTO

A tripulação do Grupamento de Radiopatrulhamento Aéreo (GRPAe), da Polícia Militar do Estado de São Paulo, decolou da Base, à bordo do helicóptero de matrícula PP-EOG para atender a uma missão policial.

A missão consistia na busca e cerco a um grupo de marginais que havia empreendido fuga para a região do município de Franco da Rocha. Durante o desenrolar da missão, alguns veículos foram abordados com o apoio aéreo prestado pelo helicóptero da PM, que, devido ao tipo e características da missão, efetuava voos à baixa altura.

Ao deslocar-se na rodovia Fernão Dias, na busca de um veículo suspeito, já nas imediações do município de Mairiporã, o helicóptero chocou-se contra a rede de alta tensão que cruzava a citada rodovia.

Foi realizado um pouso forçado, às margens da rodovia, quatro tripulantes sofreram lesões leves e o helicóptero ficou totalmente destruído.

10.1.2 ASPECTOS DE *SURVIVABILITY*

A existência de equipamentos que indicassem a presença de fios minimizaria a possibilidade de colisão, ou seja, reduziriam a possibilidade da ameaça danificar a aeronave e lesionar os seus ocupantes.

A utilização correta dos cintos de segurança reduziu os efeitos dos impactos sofridos pela tripulação, embora existisse a possibilidade de uma mitigação maior das lesões, caso eles utilizassem capacetes e luvas de voo.

As ameaças - cabeamento elétrico da rede de alta tensão - não estavam sinalizadas conforme a portaria 1.141/GM5, de 8 de dezembro de 1987, do Comando da Aeronáutica, nem como preconiza a NBR 6535 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), de maio de 1993, as quais preveem o emprego de balizas.

Além disso, o sentido do voo dificultava a visualização das torres que suportavam a rede, o que poderia indicar a sua presença e, conseqüentemente, a

visualização eficaz pela tripulação.

As portas principais e as partes destruídas do helicóptero favoreceram o escape da plataforma, a opção tática de voo à baixa altura deixou o helicóptero muito próximo da ameaça.

Não existiam outros meios mais eficazes, que não apenas a qualidade de manobrabilidade da aeronave, a experiência do piloto e atenção da tripulação para detectar e/ou evitar a ameaça, o que poderia garantir a sobrevivência da aeronave e de seus ocupantes.

10.2 CONDIÇÃO EXTREMA DE OPERAÇÃO: SOBREVOO NOTURNO COM CONDIÇÕES VISUAIS RESTRITAS

10.2.1 DADOS RESUMIDOS DO EVENTO

O Helicóptero prefixo PP-EMT decolou da Base do Grupamento da PM do Estado do Mato Grosso, às 19h10, para a BR-364, a fim de resgatar as vítimas de um acidente automobilístico.

Além das condições extremas inerentes ao voo noturno, a tripulação enfrentou a degradação das condições meteorológicas para o voo visual, ocorrendo o acidente.

Nesse voo, além das condições noturnas, houve mais restrição de visibilidade devido ao encontro de uma névoa úmida e de teto baixo, nas imediações do quilômetro 360, próximo à Serra de São Vicente. O voo noturno aliado à restrição de visibilidade, ao teto baixo e à ausência de referências com o solo é considerado como condição extrema e propícia à desorientação espacial.

A tripulação perdeu as referências visuais, provavelmente, durante uma curva à direita e colidiu contra uma área descampada, cerca de 700 metros do leito da rodovia BR-364. Como consequência, 3 (três) tripulantes faleceram e 1 (um) ficou gravemente ferido.

10.2.2 ASPECTOS DE *SURVIVABILITY*

A aeronave possuía dois equipamentos GPS, nenhum deles incorporava alarmes de aviso de proximidade com o solo, nem possuíam recursos de visão sintética do

terreno, para tornar mais segura a sua navegação.

A aeronave não dispunha de outros equipamentos ou instrumentos que propiciassem alertar a tripulação sobre o risco de colisão ou aumentassem a consciência situacional através da visão sintética dos contornos do terreno. Os recursos disponíveis na aeronave em comento não foram suficientes para garantir a segurança neste tipo de missão.

A aeronave também não dispunha de um sistema de imagem de visão noturna. Nas imediações do setor do resgate existiam elevações de até 1.270ft, que se constituíam em ameaças ativas para a aeronave.

Embora houvesse combustível remanescente no tanque, não houve fogo. O pôr do sol ocorreu às 17h44min em Cuiabá e a aeronave e a tripulação estavam preparadas apenas para o voo visual, sem preparo para a entrada inadvertida em condições IMC, considerada extrema, principalmente à noite.

O Comandante da aeronave foi projetado para fora da cabine e ficou desacordado até minutos antes do resgate, já os outros tripulantes foram encontrados sem vida, no interior ou fora da aeronave.

A disponibilidade de equipamento de visão sintética que indicassem os contornos do terreno e a presença de obstáculos ou sistemas de imagem de visão noturna minimizaria a possibilidade de colisão, ou seja, da ameaça danificar a aeronave e lesionar os seus ocupantes.

Através das informações coletadas, não foi possível afirmar se a tripulação utilizava cintos de segurança, embora uma colisão com velocidade de 90kt não seja considerada dentro da capacidade de mitigação dos efeitos dos impactos, proposta para a utilização do cinto de segurança. A tripulação também não utilizava capacetes de voo.

A opção tática de voo à baixa altura, para livrar a ameaça de entrada inadvertida em IMC não livrou a tripulação do encontro com essa ameaça específica e acabou deixando a aeronave vulnerável a outra ameaça, também devastadora, que foi a colisão contra o terreno, o que acabou ocorrendo.

Não existiam outros meios mais eficazes, inclusive tecnológicos, que não apenas a qualidade de manobrabilidade da aeronave, a experiência do piloto e atenção da tripulação para detectar e evitar o encontro com a ameaça, garantindo a sobrevivência da aeronave e de seus ocupantes.

10.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os acidentes envolvendo as aeronaves PP-EOG e PP-EMT descrevem eventos que atingiram a sobrevivência das aeronaves e de seus sobreviventes. As operações aéreas de Segurança Pública são operações prestadas pelo Estado, a bordo de aeronaves, e que atendem as necessidades da sociedade que se encontra em condição desfavorável.

As condições desfavoráveis estão atreladas as respostas a eventos catastróficos ligados às forças da natureza, às atividades humanas em situação socialmente marginal e aquelas que envolvem o atendimento de urgências e emergências médicas, entre outras.

A maioria das ações que esse setor da aviação desempenha envolve condições extremas de operações, ou seja, hostis. As condições extremas de operação são aquelas situações nas quais existe mais de uma ameaça ativa ou que a única ameaça ativa tem o poder de interromper o voo da aeronave e o retorno seguro da aeronave e de seus ocupantes para a base.

No acidente envolvendo a aeronave PP-EOG, em face das características da missão, a tripulação optou por desenvolver as suas ações com a utilização de um perfil de voo à baixa altura.

Além de torres e elevações do terreno era destacada a presença de cabeamento aéreo não balizado. O encontro com a principal ameaça ocorreu e a aeronave foi ao chão, seus ocupantes tiveram lesões leves.

A tripulação não dispunha de meios adicionais que ampliassem a capacidade de sobrevivência da aeronave e sua tripulação. Além da capacidade de manobrabilidade de aeronave, a tripulação lastreava a sua operação na experiência do piloto e na atenção

da tripulação para evitar o encontro com a ameaça, aspectos muito atrelados aos fatores humanos.

A aplicação da Filosofia de *Survivability* de Aeronaves na Aviação de Segurança Pública Brasileira possibilitará ampliar a capacidade de sobrevivência das aeronaves e de seus ocupantes, através da disponibilidade de outros recursos, incluindo aqueles, fruto de inovação tecnológica.

O acidente envolvendo a aeronave PT-EMT também traz ensinamentos para a Filosofia de *Survivability* de Aeronaves. O voo ocorreu em condições noturnas de luminosidade e com restrição de visibilidade que garantissem um voo seguro, dentro das condições meteorológicas para o voo visual.

A aeronave não dispunha de equipamento de visão sintética que indicasse os contornos do terreno e a presença de obstáculos, nem sistemas de imagem de visão noturna que, por certo, aumentariam a capacidade de ver e evitar as ameaças escondidas na escuridão da noite.

A implementação de um programa de *Survivability* de Aeronaves, adequado para a aviação de Segurança Pública, é eficaz para coletar, analisar e difundir informações para o setor. Com base nos dados colhidos do estudo de casos, confirma-se a necessidade de reunir informações e esforços para buscar a eficácia e a eficiência das operações.

O conhecimento das ameaças, a capacitação dos servidores para operar em condições extremas de operação, a elevação dos níveis de segurança operacional aeronáutica e o acompanhamento do ciclo de vida do produto aeronáutico, nas condições das operações a serviço do Poder Público, dentre outros presentes em um programa de *Survivability* de Aeronaves ajudam a mitigar a descontinuidade do emprego de aeronaves.

Boas práticas de *Survivability*, a partir de um programa fundamentado, reduzem a possibilidade de danos em aeronaves e de lesões ou mortes em seus ocupantes. Tais práticas incluem, principalmente, a melhoria da qualidade das tomadas de decisões de

compra de aeronaves, bem como a sua influência na utilização e na modernização de sua frota.

O presente estudo de casos múltiplos se baseou nos Relatórios Finais (RF) emitidos após investigação do CENIPA. Um evento ocorrido no dia 17 de outubro de 2009, no Morro dos Macacos - comunidade conflagrada pela criminalidade na cidade do Rio de Janeiro -, deixou de transmitir os seus ensinamentos para o setor de Aviação de Segurança Pública.

Em virtude de estar atrelado a nexos causal ilícito e a lesões ou mortes provocadas por terceiros, tais eventos não são investigados pelo CENIPA. Existem ações para o tratamento desses eventos no campo da prevenção, mas sem os ensinamentos trazidos no campo reativo da investigação.

Mais uma vez, confirma-se a necessidade de aderência à *Survivability* de Aeronaves como uma contramedida voltada às ameaças presentes nas missões desse setor da aviação. Essa filosofia é uma opção para garantir a eficácia e eficiência das operações a serviço do Poder Público.

11 CONCLUSÃO

A Aviação de Segurança Pública é um setor em crescimento. Devido ao tipo e à natureza das operações, que envolvem condições extremas de operação, o número de acidentes é elevado. Os acidentes geram danos ao patrimônio e lesões ou mortes em seus ocupantes.

Existe a necessidade de aumento da capacidade de cumprimento das missões, evitando-se interrupções. As discontinuidades de prestação de serviço público ocasionadas por danos na aeronave e lesões ou mortes em seus ocupantes interferem na eficácia e na eficiência das operações.

Através dos ensinamentos apreendidos por meio do Estudo de Casos Múltiplos, evidencia-se a necessidade de se apresentar instrumentos que aumentem a capacidade de cumprimento das missões de Segurança Pública, a bordo de aeronaves, em condições extremas de operação, ou seja, *hostis*.

A aplicação da Filosofia de *Survivability* de Aeronaves na Aviação de Segurança

Pública Brasileira possibilita ampliar a capacidade de sobrevivência da aeronave e de seus ocupantes, através da disponibilidade de outros recursos, inclusive tecnológicos.

A aderência à Filosofia de *Survivability* de Aeronaves surge como uma contramedida voltada às ameaças presentes nas missões desse setor da aviação. Essa filosofia é mais uma opção para garantir a segurança de operação das aeronaves e de seus ocupantes.

As ações com esse objetivo devem ser pautadas em políticas. Essas políticas devem envolver dois quesitos principais voltados ao setor de Segurança Pública, quais sejam:

- a) A implantação de um Programa de *Survivability* de Aeronaves; e
- b) Uma mudança específica na legislação para suportar a Filosofia de *Survivability* de Aeronaves.

Para que essa filosofia seja implantada com eficiência e eficácia, é necessário que existam políticas voltadas para a matéria. Essas políticas devem ser lastreadas pela segurança operacional aeronáutica e pela necessidade de cumprimento de missão dos órgãos de Estado.

O Programa de *Survivability* de Aeronaves será o meio pelo qual os projetos e as atividades, alinhados com os objetivos da organização, serão estabelecidos, sob a perspectiva dessa Filosofia.

A aderência a essa filosofia aumentará a probabilidade de redução de danos nas aeronaves e lesões ou mortes em seus ocupantes, devido a uma melhor adequação da aeronave, desde a fase de sua concepção até a fase de utilização, para realizar missões a serviço do Poder Público, em ambientes hostis.

THE PHILOSOPHY OF AIRCRAFT SURVIVABILITY IN THE BRAZILIAN PUBLIC SECURITY AVIATION: A PROPOSAL

ABSTRACT: The type and nature of special air operations carried out by Airborne Law Enforcement agencies can contribute to the occurrence of damage to aircraft, injuring or killing their occupants, and, thus, requires adherence to the philosophy of Aircraft Survivability in the context of Brazilian Airborne Law Enforcement. The present work utilizes the method of studying multiple cases to support the hypothesis of application of this philosophy, in addition to extensive

bibliographic research, as well as elements borrowed from comparative analysis. This paper describes the main characteristics of this philosophy, and adherence to it is proposed to the Brazilian Airborne Law Enforcement Aviation as a mechanism to increase the levels of aeronautical operational safety.

KEYWORDS: Airborne Law Enforcement. Safety. Survivability. Airborne Law Enforcement.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, T. J.; WILLIAMSEN, J. Force Protection Evaluation for Combat Aircraft Crews. In: AIAA/ASME/ASCE/AHS/ASC STRUCTURES, STRUCTURAL DYNAMICS AND MATERIAL CONFERENCE, 48., 2007, Honolulu. **Proceedings...** Honolulu, 2007.

BALL, R. E. **The Fundamentals of Aircraft Combat Survivability Analysis and Design**. New York: AIAA, 1985.

_____. **The Fundamentals of Aircraft Combat Survivability Analysis and Design**. Second Edition. AIAA Education Series. New York, 2003.

_____.; ATKINSON, D. B. **A History of the Survivability Design of Military Aircraft**. New Orleans: AIAA, 1995.

BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil. **Relatório Anual Operacional 2009**. Rio de Janeiro, 2009a.

BRASIL. Secretaria Nacional de Segurança Pública. **SENASP: Balanço 2009 da Aviação de Segurança Pública**. Brasília, 2009b.

CUEL, K. M. Transferring Excess Property from Warfighter to Crimefighter. **Air Beat Magazine: ALEA**. Frederick, 2010.

DICKEY, B.; BARNSTORFF, K. **Chopper Drop Test New Technology**. **National Astronautics and Space Administration (NASA)**. Washington, D.C. 2010. Disponível em:<<http://www.nasa.gov/topics/aeronautics/features/helo-droptest.html>.> Acesso em: 3 set. 2010.

DRWIEGA, A. QUAD-A: Army aviation considers manned/unmanned options. **Rotor&Wing Magazine**, v. 44, n. 6, jun. 2010.

ESTADOS UNIDOS. Department of Defense. COTS: Comercial off-the-shelf. **Air Force Material Command**. 1993.

_____. **Aerospace Systems Survivability Handbook Series**, v. 1. Handbook Overview. Joint Technical Coordinating Group on Aircraft Survivability (JTCCG/AS). Arlington, 2001a.

_____. **Aerospace Systems Survivability Handbook Series**, v. 4 Survivability Engineering.

Joint Technical Coordinating Group on Aircraft Survivability (JTTCG/AS). Arlington, VA, 2001b.

_____. **SURVIAC Bulletin**: NDIA Presents Survivability Awards, v. 18, n. 1. 2002.

_____. **Law Enforcement Support Office (LESO)**. Disponível em: <https://pubweb.drms.dla.mil/leeds/Section1033/aircraft_req.htm>. Acesso em 5 fev. 2010.

FINNEGAN, B. F. On Time, On Budget: EADS Delivers 100th Lakota to U.S. Army. **Rotor&Wing Magazine**, v. 44, n. 4, apr. 2010.

JONES, L. E. Overview of the NASA Systems Approach to Crashworthiness Program. In: AMERICAN HELICOPTER SOCIETY ANNUAL FORUM, 58., Montreal, 2002. **Proceedings...** Montreal, 2002

LINDELL, D. 2009 NDIA CSD Aircraft Survivability Awards and Presentations. **SURVIAC Bulletin**, v. 27, n.1. 2010.

NELMS, D. Last U.S. Army Operational UH-1 Huey Gone. **Rotor&Wing Magazine**, v. 43, n. 11, nov. 2009.

THURGOOD, N.; BURKE, J. Commercial-Off-The-Shelf (COTS): a success story. **Rotor&Wing Magazine**, v. 44, n. 7, jul. 2010.

REPORTE DE INCURSÕES EM PISTA E SEUS FATORES CONTRIBUINTE: DESENVOLVENDO UM RELPREV EM CONFORMIDADE COM O DOC ICAO 4444

Alexander Coelho Simão¹

Artigo submetido em: 02/02/2012

Aceito para publicação em: 29/02/2012

RESUMO: A participação ativa daqueles trabalhadores que estão em contato direto com o perigo é de fundamental importância para uma correta identificação dos riscos existentes no ambiente operacional. Pilotos, controladores de tráfego aéreo, pedestres e motoristas que circulam pelas pistas de pouso e decolagem representam a linha de frente no combate às incursões em pista e constituem, portanto, a principal fonte de informação quanto às condições inseguras que contribuem para esse tipo de ocorrência. Tendo por base o que preconiza a emenda 2 ao DOC PANS-ATM 4444 da Organização de Aviação Civil Internacional (ICAO), apresenta-se, neste trabalho, a proposta de um relatório de prevenção (RELPREV) especificamente desenvolvido para o reporte de incursões em pista no Brasil. Para a construção da ferramenta, utilizou-se como referencial a ficha CENIPA 15 online, o *Initial Runway Incursion Notification Form*, o *Runway Incursion Causal Factors Identification Form* e os programas *RISC Calculator* e *ARIA*. Como resultado, o estudo oferece um instrumento de reporte simples, rápido e fácil de preencher, que proporcionará maior detalhamento de informações, velocidade e segurança na transmissão de dados sobre incursão em pista no país.

PALAVRAS-CHAVE: Incursão em Pista. Ficha Específica. Identificação de Riscos.

1 INTRODUÇÃO

Runway incursions are not caused by pilots alone, or by air traffic controllers, or by vehicle operators or even by pedestrians. Runway incursions are a problem that all of us in the aviation community share – and must solve (CLARKE, 2002).

Na XLII plenária do Comitê Nacional de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CNPAA), ocorrida em outubro de 2002, o tema Incursão em Pista foi discutido pela primeira vez entre os representantes dos diversos segmentos da aviação brasileira (CNPAA, 2002).

¹ Major Aviador da Força Aérea Brasileira. Instrutor de Voo e Líder da Aviação de Transporte. Oficial de Segurança de Voo. Investigador Master de Acidentes Aeronáuticos. Mestrando em Aeronavegabilidade Continuada e Segurança de Voo pelo ITA. Realizou o curso Human Factors in Aviation Safety na University of Southern California - USC nos EUA. Atualmente é Chefe da Seção de Investigação do Sexto Serviço Regional de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. alexandersimao@gmail.com

O assunto foi apresentado pelo secretário do comitê com o objetivo de transmitir os principais aspectos dos programas de prevenção de *runway incursion* desenvolvidos por outros países, a fim de implantar no Brasil aquilo que fosse aplicável (CNPAA, 2002).

Nessa ocasião, foram levantados pelos membros do CNPAA os seguintes aspectos de maior relevância:

- a. A importância de uma base de dados central para acompanhar as tendências de incursões em pista nos aeroportos brasileiros;
- b. A existência de um reduzido número de reportes entre os operadores;
- c. A necessidade de um banco de dados forte, alimentado, principalmente, por pilotos e controladores de tráfego aéreo;
- d. A importância de uma definição clara do que é incursão em pista, de modo a possibilitar a construção de um banco de dados padronizado sobre esse tipo de ocorrência;
- e. A necessidade de um organismo que efetivamente cobrasse a execução de medidas preventivas a partir do reporte dos operadores;
- f. A constatação de que o problema deveria ser tratado de forma ampla e a longo prazo, permitindo a revisão periódica de ações e a elevação do nível consciência sobre incursões em pista entre os operadores.

Em função das circunstâncias apresentadas, foi votada a proposta de criação de uma comissão permanente para estudar, de forma contínua, o problema das incursões em pista no Brasil. A ideia foi aceita pela maioria absoluta dos membros. As instituições escolhidas para compor a comissão foram o Departamento de Aviação Civil (DAC), o Sindicato Nacional das Empresas Aeroviárias (SNEA), a Associação Brasileira de Aviação Geral (ABAG), o Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) e a INFRAERO (CNPAA, 2002).

Na plenária seguinte, ocorrida em maio de 2003, foram discutidos principalmente aspectos relacionados à definição de incursão em pista e à necessidade de uma ficha específica para esse tipo de ocorrência (CNPAA, 2003).

Ainda nessa plenária, foi apresentada pelo representante do DECEA uma iniciativa dessa organização para reduzir incursões em pista, a CIRTRAF 100-22 – Procedimentos para Prevenção e Processamento das Ocorrências de Incursão em Pista no ATS, que, segundo ele, não representava solução ampla para o problema, pois estabelecia atribuições e procedimentos apenas no âmbito do DECEA - algumas orientações para diminuir erros no ATS e uma pequena planilha a ser preenchida pelos controladores nos casos em que a incursão se consumasse (CNPAA, 2003).

Ao final das deliberações sobre o tema, ficou acordado que a comissão permanente avaliaria a necessidade da criação de uma ficha específica para o registro desse tipo de ocorrência e apresentaria, no próximo CNPAA, a proposta de uma definição para incursão em pista a ser adotada pelo Brasil (CNPAA, 2003).

Nas plenárias seguintes (XLIV e XLV), foram apresentados dados estatísticos obtidos pela comissão permanente e debatidas algumas estratégias para adaptar programas estrangeiros à realidade brasileira (CNPAA, 2003b; 2004).

Na XLVI plenária, foram atualizadas as estatísticas de 2004 obtidas a partir da CIRTRAF 100-22, sendo votada ainda, por solicitação do coordenador (SNEA), a dissolução da Comissão Permanente para Prevenção de Incursões em Pista no Brasil, uma vez que o DAC, o DECEA e o SNEA haviam assumido o compromisso de incorporar procedimentos nos diversos setores para redução dessas ocorrências (CNPAA, 2005)

A comissão permanente foi dissolvida e o assunto não voltou a ser discutido. Basicamente, as únicas mudanças ocorridas nos anos seguintes foram a troca do nome da CIRTRAF 100-22 para Instrução do Comando da Aeronáutica (ICA) 63-21, sendo mantido o mesmo conteúdo e objetivo do documento, e a publicação da Resolução 6 pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), que estabelece que aeroclubes, escolas e centros de treinamento devem abordar o tema prevenção de incursão em pista em seus programas de formação.

Nos anos seguintes à dissolução da comissão, estudos e iniciativas internacionais trouxeram respostas para alguns dos problemas levantados pelo CNPAA.

No que se refere ao reporte de incursões em pista, a Organização de Aviação Civil Internacional, publicou, em 2007, o DOC 9870 - *Manual on the Prevention of Runway Incursions* (ICAO, 2007), que trouxe, entre outras contribuições, a proposta de duas fichas específicas para identificação correta e padronizada das incursões em pista e seus fatores contribuintes: o *Initial Runway Incursion Identification Form* e o *Runway Incursion Causal Factors Identification Form*.

Dois anos depois, em 19 de novembro de 2009, a Emenda 2 ao DOC PANS-ATM 4444 – *Air Traffic Management* (ICAO, 2009), visando assegurar maior padronização dos bancos de dados em todo o mundo, introduziu novos requisitos para o reporte dessas ocorrências:

7.4.1.4.2 Pilots and air traffic controllers shall report any occurrence involving an obstruction on the runway or runway incursion.

Note 1 – Information regarding runways incursions' report forms together with instructions for their completion are contained in the Manual on the Prevention of Runway Incursion (Doc 9870). Attention is drawn to the guidance for analysis, data collection and sharing of data related to runway incursion/incidents (see Chapter 5 of Doc 9870) (ICAO, 2009).

De modo a preencher algumas das lacunas apontadas pelo CNPAA em 2002 e buscando cumprir o que prevê a Emenda 2 ao DOC PANS-ATM 4444, o objetivo deste trabalho é apresentar a proposta de um relatório de prevenção (RELPREV) especificamente desenvolvido para o reporte de incursões em pista no Brasil.

O presente trabalho está dividido em três partes. A primeira traz uma introdução ao estudo, onde é apresentado breve histórico dos debates sobre incursão em pista no Brasil e demonstrada a necessidade da adoção de um relatório específico para reporte dessas ocorrências em conformidade com o que prevê o DOC ICAO 4444 (ICAO, 2009).

A segunda faz uma revisão bibliográfica e documental. Inicialmente, são descritas teorias relacionadas à Segurança de Voo que permitem visualizar por que condições de risco devem ser identificadas e reportadas adequadamente. Em seguida, a título de exemplo, são apresentadas algumas fichas específicas para reporte de incursões em pista utilizadas por outros países. Por fim, é descrito o modelo atualmente empregado no Brasil.

A terceira e última parte apresenta e discute a ficha CENIPA 18 (assim denominada pelo autor), ferramenta concebida para a comunicação correta e padronizada das incursões em pista e suas condições de risco.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 IDENTIFICAÇÃO DE RISCOS: POR QUE REPORTAR?

Todos os acidentes, inclusive aqueles resultantes de incursões em pista, são precedidos por várias ocorrências similares de menor gravidade e resultam, incondicionalmente, de uma sequência de eventos, nunca de um fato isolado. Essa sequência de eventos consiste na combinação de diversos fatores contribuintes que aparentemente são insignificantes e não guardam relação entre si, mas que, quando somados, conduzem ao chamado ponto de irreversibilidade do acidente.

Essa importante constatação é resultado do somatório do conhecimento obtido em todos os estudos preventivistas que constituem, atualmente, a base da moderna gestão da segurança de voo. A correta compreensão dessas teorias é de fundamental importância para entendermos porque condições de risco devem ser identificadas e reportadas de modo correto, contínuo e padronizado.

2.1.1 RAZÃO ENTRE ACIDENTES E OCORRÊNCIAS MENOS GRAVES

Com o amadurecimento da Revolução Industrial, cientistas realizaram estudos que demonstraram que para cada acidente ocorriam vários incidentes com características semelhantes. Essas ocorrências menos severas resultavam em pequeno impacto na produção e, muitas vezes, não causavam nenhum tipo de lesão aos operários (DE CICCIO; FANTAZZINI, 1993).

Em 1931, Heinrich, em seu livro *Industrial Accident Prevention* (HEINRICH; GRANNISS, 1995), identificou que para cada acidente incapacitante ocorriam 29 acidentes com lesões não incapacitantes e 300 acidentes sem lesões. A principal virtude de suas pesquisas foi mostrar que condições ou atos inseguros devem ser controlados “antes que um dos 300 acidentes de menor gravidade venham a causar lesões” (BIRD; GERMAIN, 1996).

Em 1969, *Bird*, em pesquisa encomendada pela *Insurance Company of North America* (ICNA), analisou dados levantados por 297 companhias americanas que empregavam cerca de 1.750 mil pessoas. Uma amostra consideravelmente maior de ocorrências possibilitou a formulação de relação mais precisa que a de Heinrich quanto à proporção entre acidentes de maior e menor gravidade, além de incluir uma nova variável: os quase-acidentes (Figura 1).

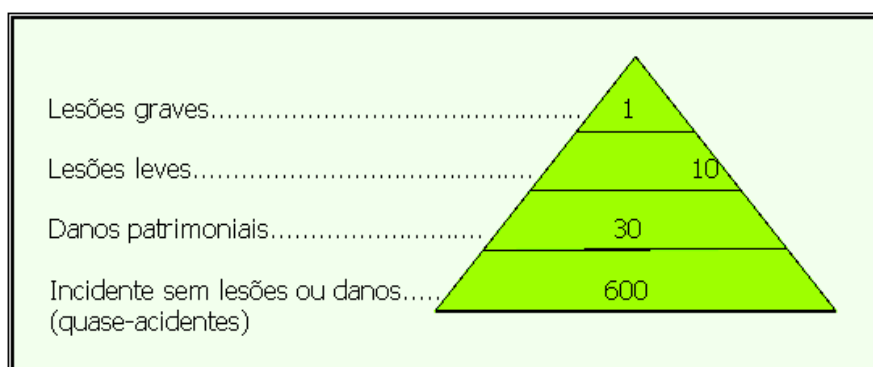


FIGURA 1 - A proporção de Bird
 Fonte: Bird; Germain (1996).

Em 2001, um grupo de trabalho da *Global Aviation Information Network*, associação internacional que reúne organizações de aviação civil, autoridades governamentais, operadores e fabricantes de aeronaves, apresentou, em seu *Operator's Flight Safety Handbook* (OFSH), a seguinte razão voltada à indústria de transporte aéreo (Figura 2) (GAIN, 2002)

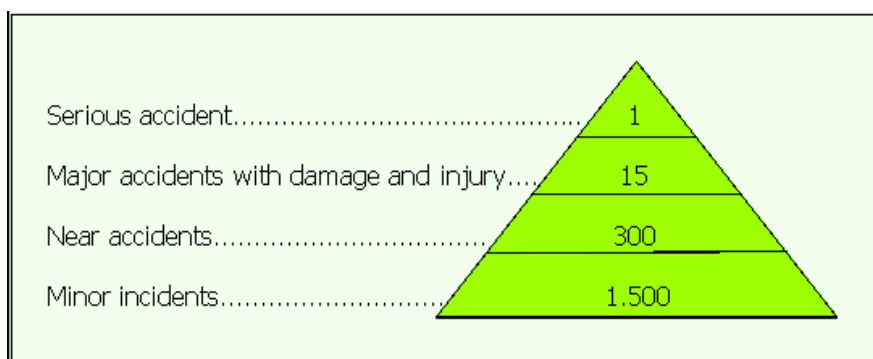


FIGURA 2 - Perfil estatístico de acidentes no OFSH
 Fonte: Gain (2002).

Diferentes estudos identificaram diferentes proporções. O maior ensinamento dessas teorias é que acidentes e incidentes são similares na maneira em que ocorrem,

mas diferentes nos resultados produzidos (EUA,1979). Em outras palavras, ocorrências de menor gravidade revelam, sem a indesejável presença de danos materiais ou pessoais, perigos que podem produzir acidentes (MOREIRA, 2001):

Essas teorias constituem importante ferramenta para a segurança de voo. Ao analisar atos ou condições inseguras que geraram incidentes, especialistas poderão estabelecer as causas prováveis de futuros acidentes e implementar medidas preventivas necessárias antes que o pior aconteça (PEREIRA; RIBEIRO, 2001).

2.1.2 MODELOS CONCEITUAIS

Na busca por melhor compreensão da dinâmica que resulta em acidentes, diversos modelos conceituais foram elaborados, objetivando auxiliar a correta identificação de seus elementos contribuintes.

2.1.2.1 MODELO DE HEINRICH

O Modelo de Heinrich, ou Teoria dos Dominós, concebido por Herbert William Heinrich em 1931, utiliza dominós para representar, por meio da queda progressiva de cada peça, como uma sequência de eventos pode culminar em acidente (BIRD; GERMAIN, 1996).

O primeiro dominó simboliza as causas implícitas que colocam os demais dominós em movimento. São falhas latentes cometidas pela alta administração organizacional, as quais criam pré-condições para o surgimento de problemas no interior do sistema (PEREIRA; RIBEIRO, 2001). A esse dominó, segundo a ICAO (1993), correspondem as atividades de planejamento, organização, direção e controle.

O segundo dominó refere-se às causas básicas e envolve defeitos no sistema operacional originados por erros latentes adicionais. São problemas relacionados a condições da tarefa, material, ambiente, programa de treinamento, seleção e motivação do pessoal (PEREIRA; RIBEIRO, 2001).

O terceiro dominó representa as causas imediatas. São sintomas das falhas latentes incubadas no ambiente organizacional e correspondem aos erros ativos

cometidos pela linha de frente das operações (BRASIL, 2003). Os erros ativos mais comuns costumam ser: o não cumprimento de instruções, os erros primários praticados por desconhecimento do trabalho, a transgressão ou a negação de regras estabelecidas, o descuido no uso de equipamentos de proteção, o uso de equipamento inadequado para a tarefa, o não ouvir, o não olhar, o não prestar atenção, o não reconhecimento das próprias limitações (ICAO, 1993).

O quarto dominó, também conhecido por contramedidas de segurança, representa o sistema defensivo da organização, responsável por reduzir riscos e prevenir acidentes. Sua função é detectar erros, tanto latentes quanto ativos, evitando suas consequências. Caso o sistema falhe nessa tarefa, o acidente torna-se inevitável (PEREIRA; RIBEIRO, 2001).

Para Alvarado (1998), suas medidas se dirigem a cada um dos dominós, abarcando correção ou eliminação de algum erro. Também cabe ao sistema defensivo buscar mudança de comportamento dos indivíduos com vistas à redução de falhas e, ainda, controlar os danos e limitar as consequências dos acidentes, por meio de planos de gerenciamento de crise.

O principal ponto dessa teoria, segundo Heinrich e Graniss (1995), é mostrar que “acidentes podem ser evitados, bastando para isso que a sequência de eventos danosos seja interrompida pela eliminação de um ou mais fatores de risco”.

2.1.2.2 MODELO SHELL

Esse modelo conceitual, criado por Elwyn Edwards, em 1972, e adaptado por Frank Hawkins, em 1984, utiliza-se de blocos para representar os diversos elementos que compõem os fatores humanos e enfatizar o fazer humano em interação com os demais componentes do tradicional sistema Homem-Máquina-Ambiente (Figura 3). As interfaces desses blocos devem ter encaixe perfeito, caso contrário surgirão os erros humanos (MOREIRA, 2001).



FIGURA 3 - 3 - Modelo SHELL

Fonte: ICAO (2006).

O bloco central (L) representa o ser humano, considerado o componente mais crítico e flexível do sistema, passível de variações no seu desempenho e sujeito a limitações, caracterizadas pelas bordas não lisas do bloco (WELLS; RODRIGUES, 2003). Pertencem a esse bloco todas as informações referentes a percepção, atenção, características de personalidade, tratamento da informação, experiência profissional, carga de trabalho, estado emocional, atitude, planejamento, conhecimento e instrução (MOREIRA, 2001).

A interface Homem-Homem (L-L) abarca o relacionamento entre o indivíduo e outras pessoas no ambiente de trabalho. O *Safety Management Manual* (ICAO, 2006) relaciona, nesse campo interativo, todos os aspectos referentes à comunicação (entre os membros de uma tripulação, com o controle de tráfego aéreo, com os passageiros, com a administração e fora do ambiente de trabalho).

Nessa interface encontram-se as situações que envolvem trabalho em equipe, liderança, cooperação, divisão de tarefas, compatibilidade, barreiras de idioma, problemas financeiros e familiares, sistemas de escala, remuneração, incentivos, entre outros. O *Crew Resource Management* (CRM) e o *Line Oriented Flight Training* (LOFT) são programas que se destinam a preparar os operadores para lidar com aspectos dessa interface (ICAO, 1993).

A interface Homem-Máquina (L-H) foi uma das mais estudadas nos primórdios da aviação, principalmente após o término da Segunda Guerra Mundial, quando se verificou que muitos acidentes aeronáuticos ocorriam em função de falhas nos equipamentos. Considera tudo o que diz respeito ao espaço de trabalho e aos comandos, como, por exemplo, assentos adaptados ao corpo humano, telas ajustadas

às características sensoriais e controles dotados de movimento, codificação e localização apropriados (MOREIRA, 2001).

A interface Homem-Suporte Lógico (L-S) refere-se a todo o sistema de apoio disponível no ambiente de trabalho e abrange procedimentos, manuais, listas de verificação, simbologias, mapas, programas de computador, cartas e planos de voo (WELLS; RODRIGUES, 2003). Segundo a ICAO (MOREIRA, 2001), a fonte de erros nessa interface encontra-se, com frequência, em documentações confusas e incompletas, com termos que deixam margem para interpretações errôneas.

Na interface Homem-Ambiente (L-E) residem as preocupações voltadas à adaptação do homem ao ambiente aéreo. Sua interação envolve tanto o ambiente físico interno e externo quanto o organizacional, que, até bem pouco tempo, não era considerado fator de influência sobre a segurança de voo, uma vez que toda a responsabilidade por falhas no sistema recaía sobre o piloto ou a máquina (ICAO, 1993).

Aqui são levados em conta aspectos como pressurização, aceleração, ruídos, temperatura, vibração, condições meteorológicas, visibilidade, manutenção e políticas econômico-administrativas nas quais o sistema está inserido. Fatores ambientais e alterações do ritmo biológico sofridas pelos aeronautas são fontes de erro importantes nessa interface (ICAO, 2006).

Para Moreira (2001), o Modelo SHELL demonstra principalmente que, no sistema aeronáutico Homem-Máquina-Ambiente-Organização, o ser humano, devido à sua capacidade de gerenciar e tomar decisões, é a parte mais flexível e valiosa. Concomitantemente, é a parte mais vulnerável do sistema, por sua sensibilidade e suscetibilidade aos estímulos do contexto em que está inserido. Por isso, falhar é algo que faz parte da sua natureza, é algo que lhe é inerente.

Assim, “a completa eliminação do erro humano é meta irreal. Antes de querer eliminá-lo, deve-se investir na sua detecção e correção, evitando, dessa forma, que suas consequências se concretizem” (MOREIRA, 2001).

2.1.2.3 MODELO REASON

O Modelo Reason, ou Modelo do “Queijo Suíço”, proposto por James Reason em 1990, defende que o erro humano não é a causa de acidentes, mas uma consequência, um sintoma de problemas mais profundos no sistema. Esse modelo é, nos dias atuais, amplamente utilizado pela indústria da aviação e tem sido recomendado por várias autoridades para a investigação do papel das políticas de gerenciamento em acidentes aeronáuticos (MAURINO, 1994).

Reason concebe a indústria aeronáutica como um sistema complexo, interativo e organizado. O seu modelo procura analisar, sob o ponto de vista organizacional, o modo como o ser humano contribui para falhas (SOBRAL, 2009) e, à semelhança do Modelo de Heinrich, defende que todos os sistemas complexos, como a aviação, possuem falhas latentes, as quais, em interação com falhas ativas, geram os acidentes (ICAO, 1993).

Enquanto Heinrich utiliza dominós para representar a cadeia de eventos que conduz aos acidentes, Reason vale-se de uma sequência de planos que são perfurados por falhas nos diferentes níveis organizacionais. O alinhamento dessas falhas, segundo o autor, cria a trajetória da oportunidade do acidente (Figura 4).¹⁴

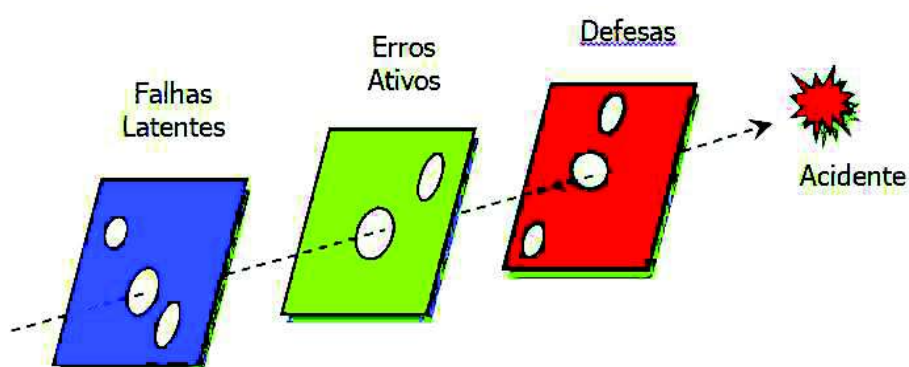


FIGURA 4 - - Modelo Reason simplificado (Trajetória da oportunidade do acidente)
Fonte: Moreira (2001).

O primeiro elemento desse modelo é representado pela gerência superior, onde são tomadas decisões estratégicas falíveis, cujo reflexo se traduz em pré-condições indesejáveis, que criam, nos escalões inferiores, o cenário favorável à ocorrência de erros e violações. Essas precondições, conhecidas como falhas latentes, podem ficar

camufladas por longos períodos no ambiente organizacional (RIBEIRO, 2008).

No segundo plano, encontra-se o pessoal da linha de produção (pilotos, mecânicos e controladores de tráfego aéreo), que são responsáveis pelas falhas ativas, representadas pelos atos inseguros (erros e violações) que apresentam consequências imediatas (MOREIRA, 2001).

O terceiro elemento do modelo, criado para defender o sistema contra eventos indesejáveis, são as barreiras ou salvaguardas, que segundo Reason, possuem duas funções específicas: detectar erros e aumentar a resistência do sistema às suas consequências (RIBEIRO, 2008).

Como todos os cenários possíveis não podem ser antevistos, é inevitável que existam pontos fracos nas defesas; alguns deles existirão desde a criação do sistema, outros, surgirão no decorrer do ciclo de vida organizacional sem ser notados nem tampouco corrigidos (RIBEIRO, 2008).

Reason enfatiza ainda que a maioria das falhas ativas não tem consequências duradouras. Já as latentes, caso não sejam identificadas e corrigidas a tempo, continuarão, por longo prazo, criando erros e abrindo brechas nas defesas do sistema (MAURINO, 1994).

Uma das principais contribuições desse modelo foi a constatação de que o comportamento humano, e conseqüentemente o erro humano, não acontece em um “*vaccum social*”, o que fortalece a ideia de que iniciativas voltadas à segurança não devem focar exclusivamente indivíduos, mas a organização como um todo. Nesse ponto, observa-se a importância do comprometimento organizacional para a eficácia da segurança (RIBEIRO, 2008).

O Modelo Reason, assim como outros modelos conceituais e estudos relacionados às condições inseguras que antecedem os acidentes, contribuíram para a evolução do conhecimento do fenômeno “acidente”, que, no transcorrer do século XX, deixou ser considerado “obra de Deus” ou “do destino” e passou a ser tratado como componente do processo produtivo de qualquer segmento industrial, entre eles o aeronáutico.

O somatório do conhecimento obtido em todos esses estudos preventivistas constitui a base da moderna gestão da segurança de voo, baseada na identificação antecipada de falhas latentes no ambiente organizacional, no gerenciamento proativo das condições de risco e na redução do impacto dos acidentes no processo produtivo.

Ademais, com a valorização da abordagem organizacional proposta por Reason, ficou evidente a importância de que dentro do sistema fossem estabelecidas condições favoráveis ao desenvolvimento de uma cultura na qual todos os indivíduos possuam conhecimentos, habilidades e experiências necessárias para trabalhar com segurança e sejam ativamente incentivados a identificar e relatar ameaças, auxiliando continuamente suas organizações na busca pelas mudanças necessárias para superá-las.

2.1.3 A CULTURA DE SEGURANÇA

O conceito “cultura de segurança” foi utilizado pela primeira vez no Congresso da Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), ocorrido na França, em agosto de 1986, ao ser analisado o acidente com a usina nuclear de Chernobil (LLORY, 1999)

Conforme cita Llory (1999), na análise apresentada, constam as seguintes considerações:

As pesadas sanções que se seguiram e atingiram os altos responsáveis mostram que a **cultura de segurança** não fora certamente considerada um objetivo prioritário (...). Se uma verdadeira **cultura de segurança** tivesse sido inculcada nos operadores da central, eles certamente não teriam neutralizado os dispositivos de parada de emergência nem funcionado o reator abaixo do mínimo autorizado nem tampouco tomado medidas (...) que aumentaram ainda mais a vulnerabilidade de um reator em funcionamento instável. (grifo nosso) (LLORY, 1999).

Segundo Reason (1997), a cultura de segurança de uma organização é “o resultado dos valores, atitudes, percepções, competências e padrões de comportamento de um grupo ou indivíduo, que vão determinar o compromisso, o estilo e a capacidade para a gestão da segurança organizacional.”

No mesmo sentido, Turner (1991) define que cultura de segurança é o “conjunto de crenças, valores e normas organizacionais, papéis, atitudes e práticas de segurança

implementadas para prevenir riscos aos trabalhadores nos postos de trabalho.”

Ostrom, Wilhelmsen e Kaplan (1993) enfatizam que a cultura de segurança permite o desenvolvimento de modelo capaz de conscientizar os trabalhadores para riscos existentes nos seus postos de trabalho, bem como para permanente e contínua busca por novos perigos.

Organizações com positiva cultura de segurança são caracterizadas por comunicações entre seus integrantes pautadas na confiança mútua, na crença compartilhada quanto à importância da segurança operacional e na convicção da eficácia dos esforços voltados à prevenção de acidentes (MENDONÇA; MASO, 2010)

Reason e Hobbs (2003) sugerem que os elementos da cultura de segurança podem ser divididos segundo dois aspectos principais: o que uma organização é (crenças, atitudes e valores) e o que uma organização faz (estruturas, políticas, práticas e controles). Além disso, esses autores ressaltam alguns princípios básicos relacionadas à cultura de segurança positiva, quais sejam:

- a) O comprometimento da alta administração exerce poderosa influência sobre os valores e as práticas de segurança. Pessoas vão e vêm; no entanto, uma verdadeira e positiva cultura de segurança deve perdurar, independentemente das circunstâncias;
- b) A cultura de segurança positiva está sempre alertando seus membros quanto aos perigos e riscos operacionais. Os membros de uma organização esperam que pessoas errem e equipamentos falhem, desenvolvendo, dessa forma, defesas e planos de contingência;
- c) Cultura de segurança positiva é baseada em informação. Uma atmosfera de confiança é estabelecida, para que os membros da organização não tenham receio de confessar erros ou deslizes. Coleta, análise e disseminação de informações sobre eventos passados criam a memória da organização e ajudam a definir a fronteira entre operações seguras e inseguras;
- d) Cultura de segurança positiva é cultura justa, na qual há claro entendimento e distinção entre comportamentos aceitáveis e inaceitáveis, ou seja, entre erros e

violações. Sem cultura justa é difícil, senão impossível, estabelecer cultura eficaz de reportes;

- e) Cultura de segurança positiva é cultura de aprendizado, em que medidas reativas e proativas são utilizadas para obtenção de melhorias sistêmicas. Cultura de aprendizado é aquela que se utiliza das discrepâncias, surgidas inevitavelmente quando se compara aquilo que se pretende com o que realmente acontece fora das premissas básicas.

Em função desses princípios, Reason e Hobbs (2003) defendem que a cultura de segurança possui quatro subcomponentes inseparáveis e interdependentes, que funcionam como engrenagens: a cultura justa, a cultura flexível, a cultura de aprendizado e a cultura de reportes (Figura 5).

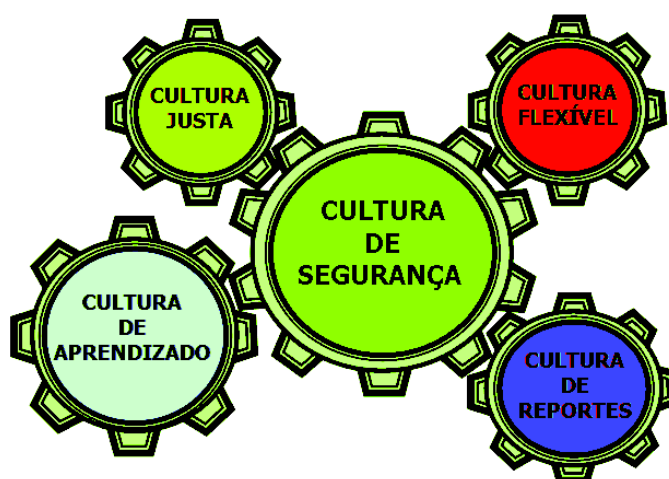


FIGURA 5 - Subcomponentes da cultura de segurança.
Fonte: Ribeiro (2008).

2.1.3.1 A CULTURA JUSTA

Uma das características mais comuns em organizações com cultura de segurança negativa é a busca pela punição a quem cometeu o último erro na cadeia de eventos que gerou uma ocorrência, numa falsa convicção de que o problema não se repetirá. A política de punição desencoraja o reporte voluntário de qualquer ato ou condição insegura, prejudica a investigação das ocorrências e enfraquece a cultura de segurança (SOBRAL, 2009).

Em contrapartida, a cultura justa é aquela que reconhece o erro como fonte de aprendizagem e que defende a punição somente para casos de violação intencional a alguma norma ou procedimento estabelecido (SOBRAL, 2009).

Para Reason e Hobbs (2003), a simples distinção entre erro e violação, como critério para aplicar punições, pode ser enganosa. Há casos de violação que não devem ser punidos, por ser circunstâncias especiais que não caracterizam a intencionalidade das consequências ou que aconteceram por uma “boa causa”.

Para evitar problemas e injustiças, é fundamental que a organização defina e divulgue claramente o que considera comportamentos aceitáveis e inaceitáveis. Não punir exemplarmente aqueles que demonstraram comportamento inaceitável é fazer com que a liderança da organização perca credibilidade, pois essa atitude tem o efeito adverso de valorizar comportamentos ruins aos olhos dos demais membros que trabalham segundo as normas (REASON, 1997).

Por outro lado, ao repudiar veementemente comportamentos inaceitáveis, a administração manda clara mensagem quanto às consequências de se agir de forma negligente e imprudente. Ademais, reforça a confiança de que atos inseguros não intencionais (erros) não serão punidos (REASON, 1997).

2.1.3.2 A CULTURA FLEXÍVEL

Segundo Tuner (1991), organizações com cultura flexível são aquelas capazes de se adaptar efetivamente a mudanças. Ter flexibilidade organizacional, conforme cita Sobral²², significa possuir cultura capaz de permitir adaptações em demandas especiais ou em situações de crise ou de emergência.

Para Reason e Hobbs (2003), a flexibilidade é uma das características mais marcantes em organizações de alta confiabilidade, que possuem capacidade de reconfigurar sua hierarquia convencional em estruturas mais simples, situação na qual o controle passa, por determinado período, para elementos mais especializados e mais capacitados tecnicamente e, uma vez cessada a necessidade, volta ao nível organizacional anterior. O sucesso dessa descentralização, segundo Reason (1997), depende do estabelecimento prévio de cultura de hierarquia forte e disciplinada.

2.1.3.3 A CULTURA DE APRENDIZADO

Para Mendonça e Maso (2010), cultura de aprendizado representa vontade e competência para receber informações provenientes dos sistemas de segurança, bem como motivação para implementar mudanças necessárias.

Organizações com cultura de aprendizado buscam mudanças baseadas nos indicadores de segurança e em informações fornecidas pela investigação de acidentes e incidentes e pela análise de reportes voluntários. Assim, importante requisito para a cultura de aprendizado é uma cultura de reportes bem estabelecida (SOBRAL, 2009).

Na cultura de aprendizado, segundo Reason (1997), o conjunto de informações sobre ocorrências passadas compõe a memória da organização, que deve ser constantemente lembrada aos seus membros. As lições aprendidas e as informações críticas de segurança são disseminadas e assimiladas, levando os indivíduos a aplicar seus conhecimentos e suas habilidades em prol da segurança.

2.1.3.4 A CULTURA DE REPORTE

Cultura de reportes pressupõe clima organizacional no qual as pessoas estão dispostas a reportar erros e desvios, próprios ou não, sem temer retaliações (SOBRAL, 2009).

Para Reason *et al* (1995), a principal matéria-prima necessária ao funcionamento de um departamento de segurança é a informação. Todas as informações sobre situações ou condições que possam comprometer a segurança operacional devem ser ativamente compartilhadas.

Para que isso aconteça, os membros de uma organização devem sentir-se à vontade para reportar informações críticas sem temer represálias, fato que só será possível quando existir atmosfera de confiança mútua, elemento imprescindível à cultura justa (SOBRAL, 2009).

Mesmo havendo ambiente de confiança, barreiras organizacionais e psicológicas podem dificultar uma cultura de reportes, pois o ser humano tem tendência natural de não expor seus próprios erros. Além disso, alguns desconfiam que, ao reportar assuntos

que comprometam a segurança, terão suas carreiras prejudicadas, a despeito da garantia de não serem punidos (REASON; HOBBS, 2003).

Com isso, para que uma cultura de reportes seja forte e sólida, de forma a suplantar essas barreiras, Reason (1997) destaca cinco características comuns a programas bem-sucedidos:

- a) Proteção contra atos disciplinares;
- b) Confidencialidade e anonimidade;
- c) Separação de funções - quem coleta, processa e analisa os reportes não tem autoridade nem competência para aplicar sanções disciplinares;
- d) Satisfação a quem reporta - o *feedback* tem que ser útil, acessível e sempre deve existir;
- e) O processo para reportar deve ser simples, rápido e fácil.

2.2 FICHAS ESPECÍFICAS PARA REPORTE DE INCURSÕES EM PISTA

Fichas específicas para reporte de incursões em pista já estão sendo utilizadas em algumas partes do mundo. Um exemplo é o DCA Form 235 adotado pelo *Civil Aviation Department* de Hong Kong, em vigor desde 19 de novembro de 2009.

In accordance with Amendment No. 2 of ICAO Doc 4444 'Procedures for Air Navigation Services – Air Traffic Management' (PANS-ATM), Hong Kong will adopt a new procedure and reporting form for runway incursion, using DCA Form 235 with effect from 19 November 2009. Pilots and air traffic controllers should report any occurrence involving a runway incursion by submitting DCA Form 235 'Runway Incursion Reporting'. Submission of DCA Form 201 'Occurrence Report' for these particular events is no longer required (HONG KONG, 2009)

No Chile, o *Formulario de Notificación de Incursión en Pista* foi lançado pela Direção Geral de Aeronáutica Civil a partir da edição do *Manual para Prevención de Incursiones en Pista*, publicado em 27 de outubro de 2008 (CHILE, 2008).

Na Índia, A Direção Geral de Aviação Civil adotou, com a efetivação do *Civil Aviation Requirements (CAR)*, Seção 4-1, de 8 de janeiro de 2010, formulários para reporte inicial de incursões em pista e identificação de seus fatores contribuintes

idênticos aos preconizados no DOC 9870 da ICAO (ÍNDIA, 2010).

No Aeroporto Internacional de Dublin, a Autoridade de Aviação Irlandesa tem disponibilizado desde 2007 uma ferramenta online para comunicação de incursões em pista e seus fatores de risco:

As a further initiative by Dublin ATC to help prevent runway incursions, a briefing document on runway incursions was produced in 2007 and a thorough briefing given to all controllers who work in Dublin control tower. Runway Incursions are not caused by one mistake, but by a series of errors that culminate in an incorrect entry onto the runway. The Runway Incursion Research survey form is designed to collect information on the human and other causal factors that are involved in any runway incursion, allow for a more robust investigation and provide a greater understanding of **WHY** it happened. This form is designed for use by pilots, vehicle drivers and air traffic controllers who have been involved in a runway incursion incident. It is intended to supplement all current reporting mechanisms employed by Operators or Service Providers. All information provided will remain confidential but may be used in the investigation process, in a depersonalised format, if it has significant value. The information will be studied by a human factors specialist and an ATC Expert and the lessons learned will be used to improve runway safety for all (IRLANDA, 2011).

Esse formulário leva aproximadamente 10 minutos para ser preenchido, tem interface amigável, é de fácil utilização (IRLANDA, 2011).

2.3 O REPORTE DE INCURSÕES EM PISTA NO BRASIL

No Brasil, a base de dados sobre ocorrências de incursão em pista está sendo aperfeiçoada pelo DECEA, segundo a definição estabelecida pela ICAO em 2004 (BRASIL, 2010a).

Esse banco de dados é suprido por informações fornecidas apenas por controladores de tráfego aéreo e operadores de estação aeronáutica mediante preenchimento de uma planilha, que consta no Anexo A da ICA 63-21 – Programa para Prevenção de Ocorrências de Incursão em Pista no ATS (BRASIL, 2010b) (Figura 6).

| PLANILHA DE DADOS SOBRE INCURSÃO EM PISTA | | | | | | |
|---|-----------|--------------------------------|--|-------|------------------------------|--------------------|
| ORGANIZAÇÃO REGIONAL: | | | BASE DE DADOS SOBRE INCURSÕES EM PISTA | | | |
| AERÓDROMO | DATA/HORA | DESCRIÇÃO DA INCURSÃO EM PISTA | DANOS | CAUSA | MEDIDAS PREVENTIVAS ADOTADAS | OUTROS COMENTÁRIOS |
| | | | | | | |

FIGURA 6 - Planilha de dados sobre incursão em pista.

Fonte: Brasil (2010b).

A ICA 63-21 tem por finalidade estabelecer os procedimentos a serem adotados pelos Provedores de Serviços de Navegação Aérea (PSNA) para a prevenção e o processamento das ocorrências de incursão em pista em aeródromos brasileiros. Conforme prevê esse documento, o caminho a ser percorrido pelo reporte de incursões em pista desde a área operacional até o Órgão Central SIPAER deverá ocorrer do seguinte modo:

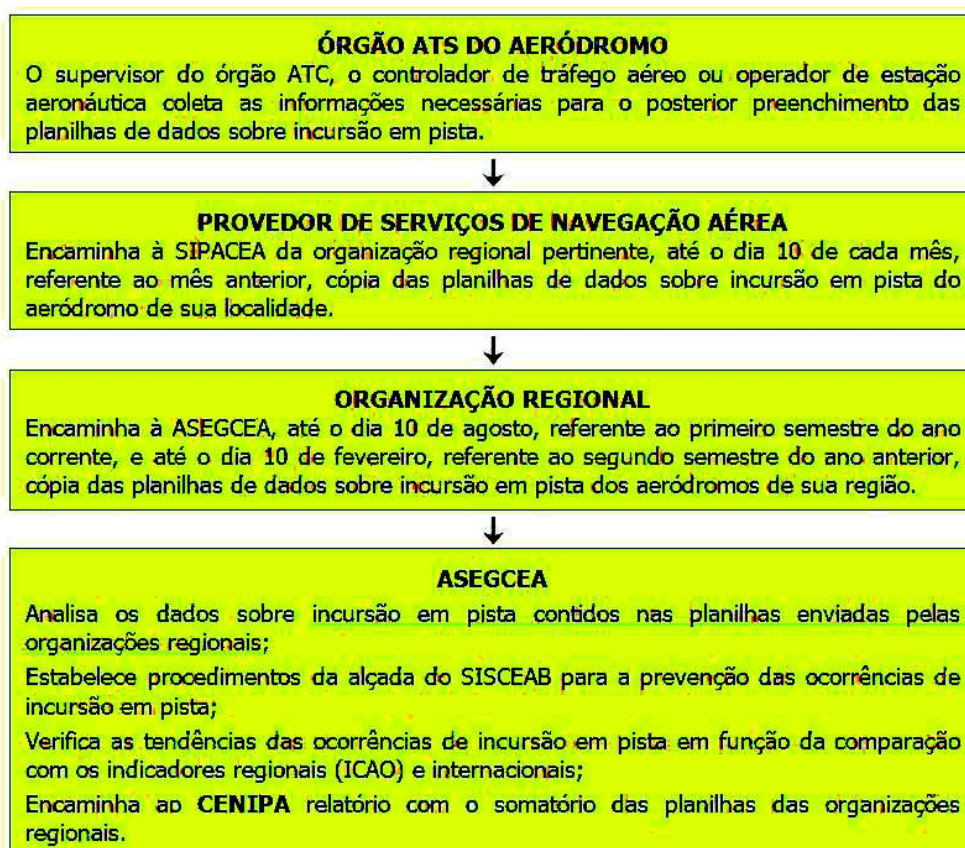


FIGURA 7 - Caminho percorrido pelos reportes de incursão em pista desde a área operacional até o Órgão Central SIPAER.

Fonte: Brasil (2010b).

O gráfico de ocorrências a seguir, baseado nessas informações, apresenta o panorama estatístico de incursões em pista nos aeródromos brasileiros entre os anos de 2005 e 2010 (BRASIL, 2010a ; BRASIL, 2009).

Segundo o Programa de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (PPAA) do DECEA para o ano de 2011(BRASIL, 2009), 13% das incursões em pista ocorridas em 2010 causaram interferência nos tráfegos que estavam em procedimento de pouso ou decolagem.

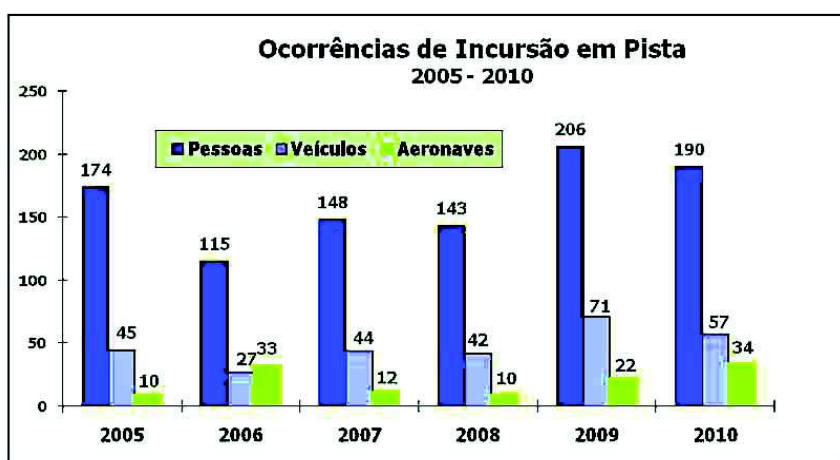


FIGURA 8 - Ocorrências de incursão em pista no Brasil entre 2005 e 2010.
Fonte: Brasil (2010a); Brasil (2009).

De modo geral, em função do que foi visto nas Figuras 6 e 7, verifica-se que algumas características do modelo atual podem ser aperfeiçoadas, o que tornará o sistema ainda mais eficiente. Dentre elas, destacam-se:

- A participação de motoristas, pedestres e, principalmente, pilotos no processo de identificação dos perigos resultará no aumento de informações disponíveis sobre os riscos presentes nas operações e possibilitará visão multidisciplinar das condições de segurança no ambiente aeroportuário;
- Um maior detalhamento e padronização da ferramenta de reporte mostrará aos usuários quais dados relativos à ocorrência precisam ser conhecidos com maior profundidade, permitindo a construção de um banco de dados mais completo e confiável;

- A diminuição do caminho a ser percorrido pelo reporte de incursões em pista proporcionará maior presteza no processamento das informações de segurança e, conseqüentemente, maior rapidez na adoção de medidas preventivas.

3 A FICHA CENIPA 18

A *internet* é um veículo extremamente útil à disseminação de informações e ao intercâmbio com o usuário. Dentro dessa realidade, o CENIPA vem utilizando esse recurso para facilitar o acesso do público às diversas informações relacionadas à prevenção de acidentes.

Um dos exemplos mais significativos dessa nova abordagem é a ficha CENIPA 15 online, ferramenta concebida para a comunicação de condições relacionadas ao risco aviário (colisão, quase-colisão e avistamento de aves) já amplamente conhecida pelos operadores brasileiros e disponível na página eletrônica do CENIPA (BRASIL, 2011).

Segundo os profissionais responsáveis pelo Gerenciamento do Risco Aviário, com o advento dessa ferramenta, os dados gerados em todo o país passaram a tramitar com mais velocidade, transparência e segurança, o que possibilitou maior consistência nas informações coletadas, presteza no seu processamento e rapidez na sua divulgação. Desde sua implantação, em junho de 2011, mais de 90% dos reportes relativos ao risco aviário foram realizados por intermédio dessa ferramenta.

Seguindo essa fórmula de sucesso, para a construção da ficha CENIPA 18, optou-se por acompanhar o *layout* e os recursos de informática utilizados na confecção da ficha CENIPA 15 online: linguagem PHP e banco de dados MySQL. Quanto ao conteúdo, foram inseridos itens que proporcionassem aos operadores a possibilidade de descrever corretamente o evento e seus fatores contribuintes.

Os itens propostos basearam-se no *Initial Runway Incursion Notification Form*, no *Runway Incursion Causal Factors Identification Form* e nos programas *Runway Incursion Severity Classification (RISC) Calculator* e *Aerodrome Runway Incursion Assessment (ARIA)*. Mais informações sobre esses programas podem ser obtidas no

artigo RISC *Calculator* e ARIA: Ferramentas Analíticas na Prevenção de Incursões em Pista (SIMÃO, 2011).

Especificamente, a ficha CENIPA 18 está distribuída da seguinte forma (ver Apêndice A):

No item A (Reportado por), deverá ser assinalada a origem do reporte.

Para uma correta identificação dos riscos, Reason *et al* (1995) defende a participação ativa daqueles trabalhadores que estão em contato direto com o perigo. Pilotos, controladores, motoristas e pedestres representam a linha de frente no combate às incursões em pista e constituem, portanto, a principal fonte de informação quanto aos perigos existentes no ambiente operacional (ICAO, 2007).

A participação efetiva desses quatro elementos proporcionará, em tese, a ampliação do número de reportes, o que se revela altamente desejável, uma vez que resulta no aumento da disponibilidade de informações e conhecimentos sobre riscos presentes nas operações, permitindo, em última análise, a adoção de medidas mitigadoras mais proativas e preditivas.

Por sua vez, saber quem é o responsável pela comunicação da ocorrência possibilitará a formação de um banco de dados capaz de avaliar a eficiência das campanhas educativas e promocionais que estimulam o reporte de situações de risco nos diversos segmentos que participam das operações aeroportuárias. Além disso, o reporte de uma incursão em pista por ambas as partes envolvidas na ocorrência é um bom indicativo de que a quantidade de incidentes registrados está próxima do valor real.

Ainda no item A, o ícone “Como preencher” trará instruções para o correto preenchimento da ficha CENIPA 18, conforme pode ser visto no Apêndice B.

No item B (Elemento Incursor), o usuário descreverá detalhes dos elementos envolvidos na incursão em pista segundo o conceito estabelecido pela ICAO (2007): “qualquer ocorrência em um aeródromo envolvendo a presença incorreta de aeronave, veículo ou pessoa na zona protegida de uma superfície reservada aos pousos e decolagens de aeronaves”.

Caso o usuário selecione a opção “Aeronave”, o item I (Ação Evasiva – Veículo Incursor) será desabilitado e a planilha 1 aparecerá na tela (Figura 9) para que sejam preenchidos os dados relativos ao código de chamada, operador, matrícula, modelo, tipo de voo (aviação geral, militar, regular e táxi-aéreo) e regras de voo (VFR e IFR) da aeronave incursora e da aeronave em procedimento de pouso ou decolagem, caso exista.

| IDENTIFICAÇÃO DOS ENVOLVIDOS | |
|---|---|
| Aeronave <u>incursora</u> | Aeronave pousando ou decolando (Apenas quando for o caso) |
| Código de chamada <input type="text"/> | Código de chamada <input type="text"/> |
| Operador <input type="text"/> | Operador <input type="text"/> |
| Matrícula <input type="text"/> | Matrícula <input type="text"/> |
| Modelo <input type="text"/> | Modelo <input type="text"/> |
| Tipo de voo <input type="checkbox"/> Aviação Geral <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Militar <input type="checkbox"/> Táxi-Aéreo | Tipo de voo <input type="checkbox"/> Aviação Geral <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Militar <input type="checkbox"/> Táxi-Aéreo |
| Regras de voo <input type="checkbox"/> VFR <input type="checkbox"/> IFR | Regras de voo <input type="checkbox"/> VFR <input type="checkbox"/> IFR |

FIGURA 9 - Identificação dos envolvidos no caso de aeronave incursora.

Caso o usuário selecione a opção “Veículo”. O item G (Ação Evasiva – Aeronave Incursora) será desabilitado e a planilha 2 aparecerá na tela (Figura 10) para que sejam preenchidos dados do veículo incursor e da aeronave em procedimento de pouso ou decolagem, caso exista.

| IDENTIFICAÇÃO DOS ENVOLVIDOS | |
|---|---|
| Veículo <u>incursor</u> | Aeronave pousando ou decolando (Apenas quando for o caso) |
| Código de chamada <input type="text"/> | Código de chamada <input type="text"/> |
| Operador <input type="text"/> | Operador <input type="text"/> |
| Tipo de veículo <input type="checkbox"/> Inspeção de pista <input type="checkbox"/> Militar <input type="checkbox"/> Controle aviário <input type="checkbox"/> Contraincêndio <input type="checkbox"/> Controle da fauna <input type="checkbox"/> Segurança <input type="checkbox"/> Empresa externa <input type="checkbox"/> Manutenção <input type="checkbox"/> Outro <input type="text"/> <input type="checkbox"/> Siga-me | Matrícula <input type="text"/> |
| | Modelo <input type="text"/> |
| | Tipo de voo <input type="checkbox"/> Aviação Geral <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Militar <input type="checkbox"/> Táxi-Aéreo |
| | Regras de voo <input type="checkbox"/> VFR <input type="checkbox"/> IFR |

FIGURA 10 - Identificação dos envolvidos no caso de veículo incursor.

Caso o usuário selecione a opção “Pedestre”. Os itens I (Ação Evasiva – Veículo Incursor) e G (Ação Evasiva – Aeronave Incursora) serão desabilitados e a planilha 3 aparecerá na tela (Figura 11) para que sejam preenchidos dados relativos ao pedestre e à aeronave realizando procedimento de pouso ou decolagem, caso exista.

| IDENTIFICAÇÃO DOS ENVOLVIDOS | |
|---|---|
| <u>Pedestre incursor</u> | Aeronave pousando ou decolando (Apenas quando for o caso) |
| <input type="checkbox"/> Funcionário da administração aeroportuária | Código de chamada <input type="text"/> |
| <input type="checkbox"/> Funcionário de empresa terceirizada | Operador <input type="text"/> |
| <input type="checkbox"/> Pessoa estranha à área operacional | Matrícula <input type="text"/> |
| <input type="checkbox"/> Outro <input type="text"/> | Modelo <input type="text"/> |
| | <u>Tipo de voo</u> |
| | <input type="checkbox"/> Aviação Geral <input type="checkbox"/> Regular |
| | <input type="checkbox"/> Militar <input type="checkbox"/> Táxi-Aéreo |
| | <u>Regras de voo</u> |
| | <input type="checkbox"/> VFR <input type="checkbox"/> IFR |

FIGURA 11 – Identificação dos envolvidos no caso de pedestre incursor.

Por fim, ao selecionar a opção “Não houve incursão em pista, mas foram verificadas condições de risco”, ficarão disponibilizados para preenchimento apenas os campos Data/Hora, Aeródromo, Descrição das Circunstâncias Relevantes, Condições de Risco e Dados Pessoais.

Essa função permitirá ao operador relatar condições de risco antes mesmo que elas venham a gerar incursão em pista. Uma sinalização que esteja encoberta pela vegetação ou uma marcação de *taxiway* que esteja difícil de visualizar constituem fatores de risco que podem gerar *runway incursions*. Tais fatos podem ser relatados, por exemplo, por um piloto que observe essa condição quando em seu táxi para a decolagem ou por um motorista que esteja realizando inspeção na área operacional (Figura 12).

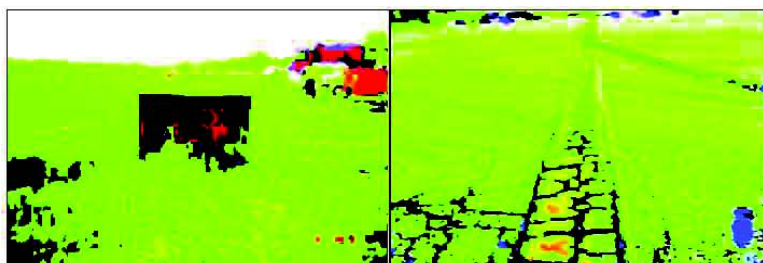


FIGURA 12 - Sinalizações encobertas e marcações inadequadas contribuíram para que uma incursão em pista resultasse na morte de 118 pessoas, no maior acidente aéreo já ocorrido na Itália. Fonte: Itália (2004)

No item C, serão descritas pelo comunicante a data/hora do evento e o período do dia em que o mesmo ocorreu: alvorada, dia, crepúsculo e noite.

No que se refere às operações noturnas, tem-se que as mesmas representam fator multiplicador de risco para incursões em pista (EUROCONTROL, 2011). Já a alvorada e o crepúsculo (amanhecer e entardecer) merecem atenção por serem períodos do dia em que ocorre adaptação do olho humano aos índices de alta e baixa luminosidade, caracterizando-se pela diminuição da acuidade visual e da capacidade de distinção de cores – a chamada visão mesópica (REINHART, 1996). Ademais, a posição do Sol no momento da incursão, a ser estimada com base na hora, pode ter influência determinante para a consumação de ocorrências (EUROCONTROL, 2011).

No item D (Aeródromo), será descrito o indicativo ICAO ou o nome do aeródromo em que houve a ocorrência e assinaladas as condições de frenagem da pista no momento da incursão, tendo por base o que sugere o programa *RISC Calculator* (ICAO, 2011).

- Boa, pista seca – sem degradação da capacidade de frenagem, com pista seca;
- Boa, pista molhada – sem degradação da capacidade de frenagem, com pista molhada;
- Intermediária – com alguma degradação das condições de frenagem;
- Ruim – com muita degradação das condições de frenagem ou nenhuma ação de frenagem.

No item E, serão descritas as condições de voo no aeródromo no momento da ocorrência (VMC ou IMC), visibilidade, vento, alcance visual da pista (RVR), temperatura e teto. Visando tornar mais fácil seu preenchimento e tendo por base os parâmetros existentes no *RISC Calculator*, os campos relativos à visibilidade, RVR e teto estão disponibilizados em escalas de valores.

No item F, o comunicante descreverá a aproximação estimada entre os envolvidos nos eixos vertical e horizontal – principal referência para a classificação da gravidade de uma incursão em pista no programa *RISC Calculator*. Algumas orientações para calcular

esses valores podem ser obtidas por meio do ícone “Dicas para calcular a menor distância” (Apêndice C).

Os itens G, H e I trazem as ações evasivas ou corretivas tomadas pela(s) aeronave e/ou veículo, segundo o que preconiza o *Initial Runway Incursion Report Form* (ICAO, 2007), quais sejam:

- Não necessária
- Cancelamento da autorização
- Decolagem abortada
- Rotação antecipada (antes da velocidade de rotação - Vr)
- Rotação retardada (após a Vr)
- Parada abrupta
- Desvio brusco
- Arremetida
- Outras

No que se refere especificamente ao item H (Ação Evasiva – Aeronave Pousando ou Decolando), tem-se que seu preenchimento só ocorrerá caso a incursão em pista acarrete conflito com aeronaves em procedimento de pouso ou decolagem.

No item J (Severidade), o usuário classificará, preliminarmente, a gravidade da ocorrência, conforme estabelecido no DOC 9870 (ICAO, 2007):

A – Incidente grave no qual é necessária ação extrema para evitar a colisão;

B – Incidente em que a separação está abaixo dos mínimos e há risco potencial de colisão, sendo requerida resposta corretiva ou evasiva em condições críticas;

C – Incidente no qual o intervalo de tempo ou a distância são suficientes para que a colisão seja evitada;

D – Incidente que se encaixa no conceito de incursão em pista, mas que não apresenta consequências imediatas à segurança de voo.

Essa classificação permitirá que sejam priorizadas as ocorrências mais críticas. No ícone “Para correta classificação, clique aqui”, estarão disponíveis para consulta três diferentes modelos explicativos adaptados de estudos relacionados ao tema: *Manual on*

the Prevention of Runway Incursions, Runway Safety Report 2010 e Runway Safety Report 2004 (Apêndice D).

Nesse ponto, é importante ressaltar que o campo assinalado pelo comunicante no item J deverá, posteriormente, ser revisado pelos responsáveis pelo banco de dados. Essa tarefa será mais bem conduzida utilizando-se o programa *RISC Calculator*, um *software* livre disponibilizado pela ICAO (ICAO, 2011).

A principal virtude dessa ferramenta analítica é aplicar processo de decisão semelhante a todas as ocorrências, pois mesmo julgamentos de peritos experientes estão sujeitos a desvios, e análises quanto à severidade podem variar de pessoa para pessoa, de tempos em tempos (ICAO, 2011).

Além do parâmetro “aproximação estimada entre os envolvidos”, o *RISC Calculator* considera outros fatores que também influenciam na possibilidade de uma colisão, tais como visibilidade, tipo de aeronave (peso e desempenho), características da manobra evasiva ou corretiva utilizada (incluindo o tempo disponível para a resposta do piloto) e características e condições da pista (dimensões e coeficiente de atrito) (ICAO, 2011).

A utilização de todos esses fatores fornece visão mais realista da ocorrência e reforça a necessidade de que sejam identificados pelo comunicante as informações solicitadas nos itens B, D, E, G, H e I.

No item K, o comunicante terá um campo aberto para descrever todas as circunstâncias relevantes para o correto entendimento da ocorrência, podendo, inclusive, anexar croquis e fotos no formato JPG, caso deseje.

No item L, estarão disponíveis as principais condições de risco que podem contribuir para incursões em pista. Todos os fatores de risco são baseados no *Runway Incursion Causal Factors Identification Form* (ICAO, 2007) e no programa ARIA (EUROCONTROL, 2011).

Segundo Reason *et al* (1995), uma das principais características da falibilidade humana é que situações semelhantes conduzem a erros semelhantes cometidos por diferentes pessoas. Identificar as situações de risco recorrentes que contribuem para

incursões em pista no Brasil possibilitará melhor direcionamento dos esforços para remediá-las.

Explicações detalhadas sobre como os fatores listados no item L têm contribuído para interferências nas pistas de pouso e decolagem podem ser encontradas no artigo *Incursão em Pista: Conceito, Classificações, Fatores Contribuintes e Medidas Preventivas – Uma Revisão da Literatura*” (SIMÃO, 2010).

Considerando-se que vários fatores contribuintes podem concorrer para uma mesma ocorrência, a ficha permitirá que os operadores assinalem mais de uma alternativa.

Por fim, no item M, o comunicante poderá identificar-se com nome, local de trabalho, *e-mail* e telefone de contato, caso deseje ser informado sobre o andamento do reporte. O preenchimento desse item permitirá o *feedback* ao usuário, uma das principais características de programas de reportes bem-sucedidos (REASON, 1997).

Além de estar disponível no sítio do CENIPA para preenchimento *online*, é desejável que a ficha CENIPA 18 também seja acessada por meio de *links* nas páginas eletrônicas da INFRAERO e do DECEA, tornando mais fácil seu preenchimento por condutores de veículos, pedestres e controladores de tráfego aéreo.

4 CONCLUSÃO

No presente trabalho apresentou-se a proposta de um relatório de prevenção específico para o reporte de incursões em pista – denominado pelo autor de Ficha CENIPA 18.

O principal benefício de uma ferramenta concebida exclusivamente para a comunicação de incursões em pista é a identificação correta e padronizada das suas condições de risco. Uma ficha específica indica quais dados relativos à ocorrência precisam ser conhecidos com mais detalhes, permitindo a adoção de medidas preventivas eficientes e a construção de um banco de dados mais completo e confiável.

Para a Organização de Aviação Civil Internacional (2007), a utilização de definições e relatórios padronizados para as incursões em pista facilitará a partilha de dados entre todos os componentes do sistema. Quanto maior for a partilha de dados,

mais robusta será a análise dos fatores contribuintes comuns, o que, conseqüentemente, possibilitará maior compreensão do problema.

Além de cumprir requisito estabelecido pela ICAO, a abordagem sistêmica e multidisciplinar proporcionada pela ficha CENIPA 18 fornecerá elementos para a formação de um banco de dados mais completo sobre incursões em pista no Brasil.

Em comparação ao processo atual, dentre outras vantagens, a nova metodologia possibilitará que pilotos, condutores de veículos e pedestres tenham participação mais ativa no processo de reportes, que incursões em aeródromos não controlados sejam comunicadas, que condições de risco sejam relatadas mesmo que incursões em pista não ocorram e, por fim, que os reportes sejam feitos a uma organização “neutra”, o que proporcionará maior confiança para a comunicação desse tipo de ocorrência.

Com relação a esse último aspecto, vale destacar os ensinamentos obtidos com o *Aviation Safety Reporting Program (ASRP)*, programa de reportes de situações de risco utilizado pelo modelo norte-americano.

Nos EUA, antes do estabelecimento do ASRP na década de 1970, a tentativa do *Federal Aviation Administration (FAA)* de implementar um programa de reporte voluntário foi infrutífera, em função do receio da comunidade aeronáutica de que essa autoridade, responsável pela fiscalização do sistema de aviação civil, utilizasse informações disponibilizadas por meio desses reportes com outra finalidade que não a prevenção de acidentes aeronáuticos (MENDONÇA; MASO, 2010).

O FAA, reconhecendo as razões do insucesso desse programa, transferiu seu controle para uma organização “neutra”, a NASA. No início, o ASRP produzia cerca de 400 reportes por mês; com a mudança, esse número ultrapassou os 650 relatórios por semana (MENDONÇA; MASO, 2010).

Nesse contexto, o Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA), organização que há mais de 40 anos conduz atividades voltadas à prevenção de acidentes aeronáuticos, parece representar, dentro do sistema aeronáutico brasileiro, o organismo mais apropriado para centralizar as comunicações que formarão o banco de dados sobre incursões em pista no Brasil.

PREVENTION REPORT COMPLIANT WITH THE ICAO DOC 4444

ABSTRACT: The active participation of workers who are in direct contact with the hazard is fundamental for a correct identification of the existing risks in the operating environment. Pilots, air traffic controllers, pedestrians and drivers who move on the runways represent the frontline in the fight against runway incursions, and, therefore, constitute the main source of information regarding the unsafe conditions that contribute to this type of occurrence. Based on the ICAO amendment 2 to PANS-ATM DOC 4444, this paper describes the proposal for a prevention report (RELPREV) form specifically developed for reporting runway incursions in Brazil. In order to develop this tool, the CENIPA 15 online Form, the Runway Incursion Initial Notification Form, the Runway Incursion Causal Factors Identification Form, as well as the RISC Calculator and ARIA programs were used as references. The result of the study is a simple, quick, and user-friendly reporting tool, which will provide more detailed information, speed and security in the transmission of data on runway incursions in Brazilian aerodromes.

KEYWORDS: Runway Incursion. Specific Report Form. Risk Identification.

REFERÊNCIAS

CLARKE, B. **Runway Incursions: Controlling Pilot Error.** New York, EUA: McGraw-Hill, 2002.

COMITÊ NACIONAL DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS (CNPAA). **Ata 42ª Sessão Plenária.** 2002. Disponível em <<http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/index.php/cnpaa/atas>>. Acesso em: 02 dez. 2011.

_____. **Ata 43ª Sessão Plenária.** 2003. Disponível em <<http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/index.php/cnpaa/atas>>. Acesso em: 04 dez. 2011.

_____. **Ata 44ª Sessão Plenária.** Disponível em <<http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/index.php/cnpaa/atas>>. Acesso em: 05 dez. 2011.

_____. **Ata 45ª Sessão Plenária.** Disponível em <<http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/index.php/cnpaa/atas>>. Acesso em: 09 dez. 2011.

_____. **Ata 46ª Sessão Plenária.** Disponível em <<http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/index.php/cnpaa/atas>>. Acesso em: 12 dez. 2011.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Manual on the Prevention of Runway Incursions.** Montreal: ICAO, 2007. Disponível em: <http://www.icao.int/fsix/_Library%5CRUNWAY%20Incursion%20Manual-final_full_fsix.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2009.

_____. **Amendment 2 to the Procedures for Air Navigation Services.** Air Traffic Management. Montreal: ICAO, 2009. Disponível em: <http://dcaa.slv.dk:8000/icaodocs/Doc%204444%20-%20Air%20Traffic%20Management/DOC%204444-ATM_501,%20Amd%20no%202.PDF>. Acesso em: 11 out. 2011.

DE CICCIO, F.; FANTAZZINI, M. L. **Introdução à Engenharia de Segurança de Sistemas**. 3. ed. São Paulo: Fundacentro, 1993.

HEINRICH, H. W.; GRANNISS, E. R. **Industrial Accident Prevention: a scientific approach**. New York, EUA: McGraw-Hill, 1995.

BIRD, F.E; GERMAIN, G.L. **Practical Loss Control Leadership**. Loganville, GA: Det Norske Verita, 1996.

GLOBAL AVIATION INFORMATION NETWORK'S AVIATION OPERATOR SAFETY PRACTICES WORKING GROUP (GAIN). Operator's Flight Safety Handbook. **Flight Safety Digest**, Maio-Junho, 2002. Washington, DC: Flight Safety Foundation, 2002.

ESTADOS UNIDOS. Army Safety Center. **Theories of Safety Management**. Fort Rucker, Alabama: USASC, 1979.

MOREIRA, S. L. B. A. **Fatores Humanos e Modelos Conceituais**. In: PEREIRA, M. C.; RIBEIRO, S. L. O. (Orgs.). **Os Voos da Psicologia no Brasil: estudos e práticas na aviação**. Rio de Janeiro: DAC, 2001.

PEREIRA, M. C.; RIBEIRO, S. L. O. **Os Voos da Psicologia no Brasil: estudos e práticas na aviação**. Rio de Janeiro: DAC, 2001.

INTERNACIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Compendio sobre Factores Humanos**, n. 7: investigación de los factores humanos em accidentes y incidentes (Circular 240 - AN/144). Montreal: ICAO, 1993.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção De Acidentes Aeronáuticos. **Método SIPAER de Gerenciamento do Risco: manual de aplicação na Força Aérea Brasileira**. Brasília: CENIPA, 2003.

ALVARADO, M. J. **Human Factors In Aviation Safety**. Napa, Geis-Alvarado & Associates, The Internacional Safety Institute, 1998.

WELLS, A. T.; RODRIGUES, C. C. **Commercial Aviation Safety** . 4.ed. Hightstown, NJ: McGraw-Hill, 2003.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **ICAO Safety Management Manual** (Doc 9859). Montreal: ICAO, 2006.

MAURINO, D. E. Foreword. In: JOHNSTON, N; MCDONALD, N.; FULLER, R. (Eds.) **Aviation Psychology in Practice**. Aldershot: Ashgate, 1994.

SOBRAL, R. **Auditoria de Segurança Operacional na Marinha do Brasil: uma abordagem organizacional**. 2009. Dissertação (Mestrado) - Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2009.

RIBEIRO, S. L. O. **A Psicologia e o Erro Humano no Contexto da Aviação**. Apostila da disciplina AS-773 Psicologia em Aviação, curso de Mestrado Profissionalizante em Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade Continuada. Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2008.

LLORY, M. **Acidentes Industriais: o custo do silêncio**. Rio de Janeiro: MultiMais, 1999.

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

TURNER, B. A. The Development of a Safety Culture. **Chemistry and Industry**, n. 4, 1991.

OSTROM, C.; WILHELMSSEN, O C.; KAPLAN, B. Assessing Safety Culture. **Nuclear Safety**, n. 65, 1993.

MENDONÇA, F. A. C; MASO, D. P. Consequências da Criminalização de Acidentes Aeronáuticos. **R. Conex. SIPAER**, v. 1, n. 2, 2010. Disponível em: <<http://inseer.ibict.br/sipaer/index.php/sipaer>>. Acesso em: 30 abr. 2010.

REASON, J.; HOBBS, A. **Managing Maintenance Error: a practical guide**. Burlington: Ashgate, 2003.

REASON, J. et al. **Beyond Aviation Human Factors**. Burlington: Ashgate, 1995.

HONG KONG. Civil Aviation Department. **DCA Form 235**. 2009. Disponível em: <http://www.hkacg.gov.hk/HK_AIP/aic/AIC18-09.pdf>. Acesso em: 30 dez. 2011.

CHILE. Dirección General de Aeronáutica Civil. Manual para Prevención de Incursiones en Pista. **Formulario de Notificación de Incursión en Pista**. 2008. Disponível em: <<http://www.circulo depilotos.cl/v3/wp-content/uploads/2010/04/dan1104a.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2011.

ÍNDIA. Dirección General de Aviación Civil. **Civil Aviation Requirements (CAR)**. Seção 4-1. 2010. Disponível em: <<http://dgca.nic.in/cars/D4X-X4.pdf> >. Acesso em: 20 dez. 2011.

IRLANDA. Autoridade de Aviação. **Runway Safety Form**. 2011. Disponível em: <<http://www.iaa.ie/index.jsp?a=434&n=246&p=557>>. Acesso em: 15 dez. 2011.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. **ICA 3-2: Programa de Prevenção de Acidentes da Aviação Civil Brasileira para 2009**. Brasília, 2010a.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. **ICA 63-21: Programa para Prevenção de Ocorrências de Incursão em Pista no ATS**. Brasília, 2010b.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. **ICA 63-16: Programa de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos do Departamento de Controle do Espaço Aéreo para 2011**. Brasília, 2009.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. Risco Aviário. **Ficha CENIPA 15**. 2011. Disponível em: <http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/sigra/perigo_Aviario_Ext.php>. Acesso em: 10 jan. 2012.

SIMÃO, A. C. RISC Calculator e ARIA: ferramentas analíticas na prevenção de incursões em pista. **R. Conex. SIPAER**, v. 3, n. 1, 2011.

ITÁLIA. Agenzia Nazionale Per La Sicurezza Del Volo. **Final Report** - Accident Involved Aircraft Boeing MD-87, registration SE-DMA and CESSNA 525-A, registration D-IEVX - Milano Linate Airport - October 8, 2001. Roma, 2004. Disponível em: <<http://www.ansv.it/cgi-bin/eng/FINAL20REPORT20A-1-04.pdf>>. Acesso em: 3 dez. 2009.

EUROCONTROL. **Development of a Computer Based Aerodrome Runway Incursion Assessment**. 2011. Disponível em: <www.icao.int/fsix/Risc.cfm>. Acesso em: 20 set. 2011.

REINHART, R. O. **Basic Flight Physiology**. Nova York: McGraw-Hill, 1996.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **RISC User Guide 4.2**. 2011. Disponível em: <www.icao.int/fsix/Risc.cfm>. Acesso em: 20 set. 2011.

44 SIMÃO, A. C. Incursão em Pista: conceito, classificações, fatores contribuintes e medidas preventivas – uma revisão da literatura. **R. Conex. SIPAER**, v. 1, n. 2, 2010.

PROGRAMA PARA PREVENÇÃO DE INCURSÃO EM PISTA NO BRASIL



FICHA CENIPA 18 *Como preencher?

A

B ELEMENTO INCURSOR: Aeronave Veículo Pedestre
 Não houve incursão em pista, mas foram verificadas condições de risco

C DATA/HORA
 Data / / Hora local :

D AERÓDROMO
 Indicativo ICAO ou Nome
 -- Escolha uma Opção --

E CONDIÇÕES CLIMÁTICAS
 VMC IMC
 Vento ° / kt °C
 Visibilidade -- Escolha uma opção --
 RVR -- Escolha uma opção --

F APROXIMAÇÃO ESTIMADA ENTRE OS ENVOLVIDOS
 Vertical m Horizontal m
 *Dicas para calcular a menor distância

G AÇÃO EVASIVA Aeronave incursora
 Não necessária
 Cancelamento da autorização
 Decolagem abortada
 Rotação antecipada (antes da Vr)
 Rotação retardada (após a Vr)
 Parada abrupta
 Desvio brusco
 Arremetida
 Outras

H AÇÃO EVASIVA Aeronave pousando ou decolando
 (Apenas quando for o caso)
 Não necessária
 Cancelamento da autorização
 Decolagem abortada
 Rotação antecipada (antes da Vr)
 Rotação retardada (após a Vr)
 Parada abrupta
 Desvio brusco
 Arremetida
 Outras

I AÇÃO EVASIVA Veículo incursor
 Não necessária Parada abrupta
 Desvio brusco Outras

J SEVERIDADE
 A B C D
 *Para correta classificação, clique aqui

DESCRIÇÃO DAS CIRCUNSTÂNCIAS RELEVANTES: **K**

Descreva aqui todas as circunstâncias relevantes para o correto entendimento da ocorrência.

-- Escolha uma Opção --

10 km ou mais
 9999m a 5000m
 4999m a 2000m
 1999m a 1000m

-- Escolha uma Opção --

10 km ou mais
 9999m a 5000m
 4999m a 2000m
 1999m a 1000m

-- Escolha uma Opção --

1000 pés ou mais
 500 a 999 pés
 200 a 499 pés
 100 a 199 pés

-- Escolha uma Opção --

Boa, pista seca
 Boa, pista molhada
 Intermediária

Selecionar **Anexar**

APÊNDICE A – Ficha CENIPA 18 (continuação)

L CONDIÇÕES DE RISCO

Vários são os fatores que podem contribuir para uma incursão em pista. As investigações de diversos acidentes e incidentes identificaram que suas condições de risco podem ser agrupadas em três campos distintos que interagem mutuamente: a **cabine de comando**, a **infraestrutura aeroportuária** e o **controle de tráfego aéreo**. Escolha a(s) opção(ões) que melhor se enquadra(m) na ocorrência reportada:

CONTROLE DE TRÁFEGO AÉREO

Comunicações

- Bloqueio nas comunicações
- Emissão de autorização para aeronave errada
- Fraseologia despadronizada
- Velocidade de autorização muito rápida
- Similaridade de códigos de chamada entre aeronaves/veículos
- Mensagens excessivamente longas e complexas
- Não confirmação de cotejamento
- Não cor[]mento incorreto
- Autorizações condicionais
- Outros

-- Escolha uma opção --

-- Escolha uma opção --

-- Escolha uma Opção --

- Aeronave na pista
- Aeronave autorizada a cruzar a pista
- Aeronave alinhada para decolar
- Aeronave aproximando para pouso
- Emitir autorização
- Que a autorização já havia sido emitida

Consciência Situacional

- Esquecimento de
- Distrações devido a
- Falta de varredura visual da pista
- Problemas de visualização da pista
- Recentes mudanças no layout do aeródromo
- Erros nos primeiros 15 minutos na posição
- ATC não alertado quanto a trabalhos na área operacional
- Controlador em fase de treinamento
- Sobrecarga de trabalho
- Outros

-- Escolha uma Opção --

- Execução de outras tarefas operacionais (contatos telefônicos com órgãos ATC, observações meteorológicas, emissão de NOTAM ou outra informação operacional)
- Execução de tarefas não-operacionais

Tomada de Decisão

- Julgamento incorreto de separação entre tráfegos
- Inadequada coordenação entre órgãos ATC
- Outros

-- Escolha uma opção --

-- Escolha uma Opção --

- Com código de chamada parecido

CABINE DE COMANDO

Comunicações

- Bloqueio nas comunicações
- Aceitação de autorização de outra aeronave
- Fraseolo[]zada
- Velocidade de cotejamento muito rápida
- Abreviação de autorizações
- Abreviação de códigos de chamada
- Recebimento de instruções durante períodos de elevada carga de trabalho na cabine
- Não comunicação ao ATC de atrasos após o ingresso na pista para decolagem

APÊNDICE A – Ficha CENIPA 18 (continuação)

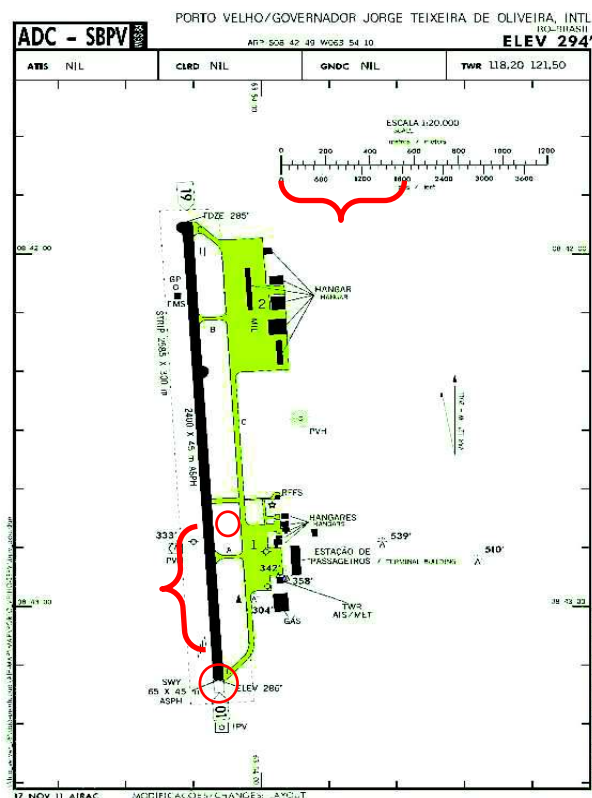
| |
|--|
| <input type="checkbox"/> Não aplicação do procedimento de cabine estéril <input type="checkbox"/> Reporte de posição errada ao ATC <input type="checkbox"/> Sobrecarga de trabalho <input type="checkbox"/> Outros <input type="text"/> |
| Autorizações e Instruções <input type="checkbox"/> Não questionamento de mensagens confusas ou que não foram completamente entendidas <input type="checkbox"/> Não comunicação ao ATC quanto à impossibilidade de cumprir instrução recebida <input type="checkbox"/> Esquecimento de parte da autorização <input type="checkbox"/> Cotejamento correto seguido de manobra não autorizada <input type="checkbox"/> Decolagem sem autorização <input type="checkbox"/> Pouso ou decolagem na pista errada <input type="checkbox"/> Pouso ou decolagem da pista de táxi <input type="checkbox"/> Outros |
| INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA Comunicações <input type="checkbox"/> Veículo utilizando a frequência de solo para ingressar na pista <input type="checkbox"/> Veículo com rádio desligado ou com volume muito baixo <input type="checkbox"/> Outros <input type="text"/> |
| <input type="checkbox"/> -- Escolha uma opção -- |
| Consciência <input type="text"/> <input type="checkbox"/> Esquecimento dos limites de uma autorização para operar <input type="checkbox"/> Distrações devido <input type="checkbox"/> Falha em reportar a localização correta <input type="checkbox"/> Motoristas não familiarizados com o layout do aeroporto <input type="checkbox"/> Outros <input type="text"/> |
| Escolha uma Opção -- Trabalho em execução Alto nível de ruído Monitoramento de mais de uma frequência ou telefone celular |
| Marcações, Luzes e Sinalizações <input type="checkbox"/> Marcações, luzes e sinalizações inadequadas <input type="checkbox"/> Marcações, luzes e sinalizações insuficientes <input type="checkbox"/> Marcações, luzes e sinalizações inexistentes <input type="checkbox"/> Outros <input type="text"/> |
| Procedimentos <input type="checkbox"/> Motoristas não acostumados com procedimentos do aeródromo <input type="checkbox"/> Muitos motoristas circulando na área operacional |
| M CASO DESEJE SER INFOMARDO SOBRE O ANDAMENTO DESSE REPORTE, PREENCHA SEUS DADOS PESSOAIS ABAIXO: |
| Reportado por (nome/local de trabalho) <input type="text"/> |
| E-mail <input type="text"/> Telefone <input type="text"/> |

APÊNDICE B – Como preencher

Instruções para preenchimento da ficha CENIPA 18

| INCURSÃO EM PISTA é qualquer ocorrência em um aeródromo envolvendo a presença incorreta de aeronave, veículo ou pessoa na zona protegida de uma superfície reservada aos pousos e decolagens de aeronaves. | |
|---|---|
| Item | Descrição |
| A - Reportado por | Assinalar apenas uma das quatro alternativas disponíveis. A participação ativa de todos os elementos envolvidos nas operações possibilitará uma visão multidisciplinar das condições de segurança no ambiente aeroportuário. |
| B – Elemento incursor | Conforme conceito estabelecido pela ICAO, as incursões em pista são ocorrências que envolvem a presença incorreta de aeronave, veículo ou pessoa na zona protegida de uma superfície reservada aos pousos e decolagens de aeronaves. No campo “ Não houve incursão em pista, mas foram verificadas condições de risco ”, poderão ser reportadas condições de risco que contribuem para esse tipo de ocorrência, mesmo que incursões em pista não aconteçam. |
| C – Período do dia | Hora local: grupo de quatro dígitos, de zero a vinte e três horas e cinquenta e nove minutos. (p.ex.: 22:02) . Alvorada / Dia / Crepúsculo / Noite: selecionar a opção do momento da ocorrência. |
| D - Aeródromo | Indicativo ICAO ou nome do aeródromo: utilizar preferencialmente o código ICAO. Condições de frenagem da pista: assinalar a opção mais próxima das condições de frenagem da pista no momento da incursão. <ul style="list-style-type: none"> • Boa, pista seca – sem degradação da capacidade de frenagem/com pista seca • Boa, pista molhada – sem degradação da capacidade de frenagem/com pista molhada • Intermediária – com alguma degradação das condições de frenagem • Ruim – com muita degradação das condições de frenagem ou nenhuma ação de frenagem |
| E – Condições climáticas | Assinalar as condições meteorológicas no momento da ocorrência: IMC (Instrumento) ou VMC (Visual). Os campos relativos à visibilidade, RVR e teto estão disponibilizados em escalas de valores. |
| F – Aproximação estimada | Principal referência para a classificação da gravidade de uma ocorrência. Representa o quão perto ficaram as duas aeronaves (ou a aeronave e o veículo/pedestre) nos planos vertical e horizontal. Clique no ícone “ Dicas para calcular a menor distância ” para obter algumas orientações para calcular esses valores. |
| G – Ação evasiva Aeronave incursora | Ação evasiva ou corretiva tomada pela aeronave incursora para evitar a colisão. |
| H - Ação evasiva Aeronave pousando ou decolando | Ação evasiva tomada pela aeronave pousando ou decolando. Este campo deverá ser assinalado apenas quando houver alguma aeronave realizando tais procedimentos no momento da incursão. |
| I - Ação evasiva Veículo incursor | Ação evasiva ou corretiva tomada pelo veículo incursor para evitar a colisão. |
| J - Severidade | Representa o grau de risco envolvido na incursão em pista. No ícone “ Para correta classificação, clique aqui ”, poderão ser consultados três modelos explicativos para melhor entendimento dos diferentes níveis de severidade. |
| K – Descrição das circunstâncias relevantes | Digitação livre, informar dados que não puderam ser assinalados anteriormente na ficha ou complementar dados de campo(s) selecionado(s). Fotos e croquis devem ser inseridos no formato JPG. |
| L – Condições de risco | Considerando-se que vários fatores contribuintes podem concorrer para uma mesma ocorrência, este campo permite que seja assinalada mais de uma alternativa. Escolha a(s) opção(ões) que melhor se enquadra(m) na ocorrência reportada. |
| M - Reportado por | Fornecer contatos para possíveis dúvidas a respeito da ficha recebida. O endereço de e-mail é a mais importante de todas as informações que podem ser fornecidas neste campo. Uma mensagem automática, contendo o link para a ficha enviada ONLINE, será enviada ao endereço do emissor. |

APÊNDICE C – Dicas para calcular a menor distância



A melhor maneira de se calcular a aproximação entre os elementos envolvidos em uma incursão em pista é comparando essa distância a outras já conhecidas, tais como: distância entre a TWR e a antena do VOR, dimensões do pátio de estacionamento, distância entre as luzes de iluminação da pista, etc.

Em alguns casos, a Carta de Aeródromo (ADC)* pode fornecer valiosas informações.

* As cartas ADC de aeródromos brasileiros podem ser encontradas em www.aisweb.aer.mil.br/?i=cartas

Vejamos uma situação hipotética envolvendo duas aeronaves realizando procedimento de pouso em SBPV:

Enquanto a aeronave 1 cruza a cabeceira 01, a aeronave 2 está curvando à direita para livrar a pista na taxiway A. Nesse caso, utilizando-se a escala existente na parte superior da ADC desse aeródromo, pode-se estimar que a menor distância (maior aproximação) entre as duas aeronaves (ver figura 1) foi de 560 metros (distância entre a cabeceira 01 e a taxiway A).

Figura 1 – Carta de Aeródromo do Aeroporto de Porto Velho.

Como nem todos os aeródromos possuem carta ADC, outra boa referência pode ser a dimensão das aeronaves/veículos envolvidos no conflito. Tais valores podem ser facilmente encontrados na rede mundial de computadores:



Figura 2 - EMB 145 e suas dimensões

Dimensões

- Altura: 6,75 metros
- Comprimento: 29,87 metros
- Envergadura: 21 metros

Assim, na situação hipotética abaixo, na qual um veículo cruza a pista à frente de um EMB 145 que está iniciando sua corrida de decolagem (vide Figura 3), tem-se que a aproximação estimada entre os envolvidos foi de aproximadamente 150 metros.

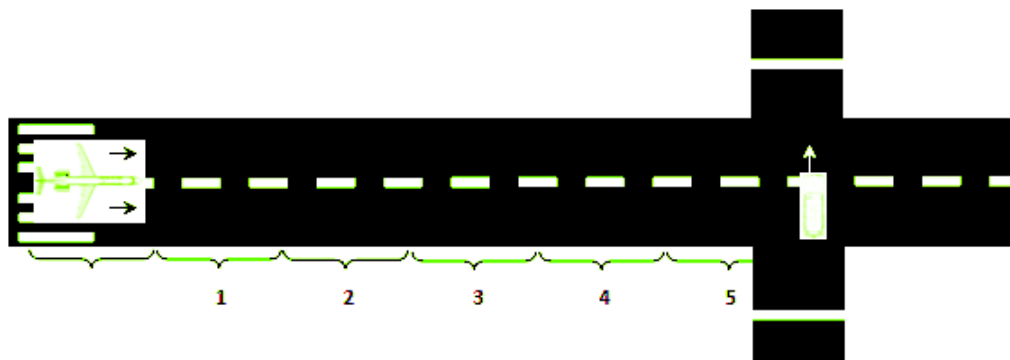


Figura 3 – Veículo incursor cruza à frente de um EMB145 que está iniciando a corrida de decolagem.

APÊNDICE D – Para correta classificação, clique [aqui](#)

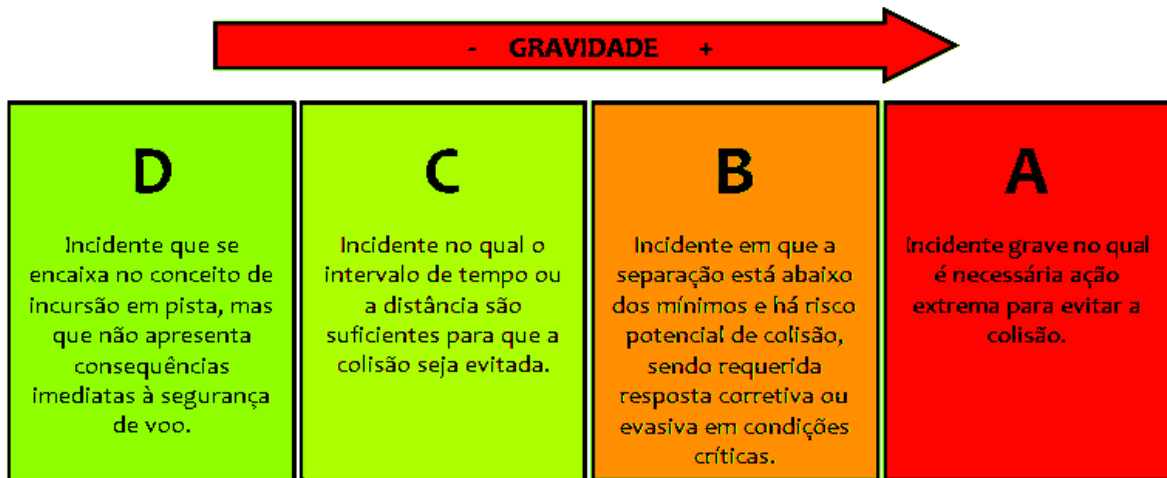


Figura 1 – Modelo representativo da classificação de incursões em pista quanto à gravidade adaptado de *Runway Safety Report* (FAA, 2008).

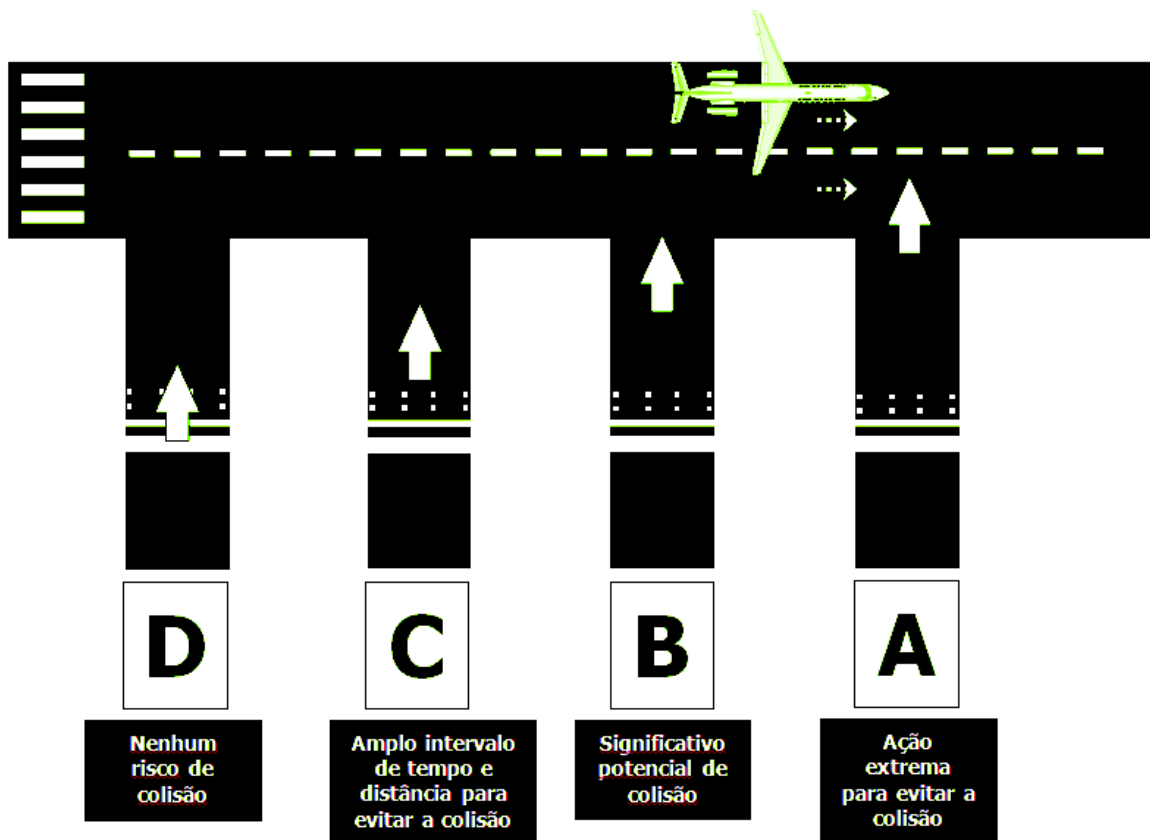


Figura 2 – Modelo representativo da classificação de incursões em pista quanto à gravidade adaptado de *Reducing Runway Incursions, Focus Pilot Deviation* (FAA, 2004).

APÊNDICE D – Para correta classificação, clique aqui (continuação)

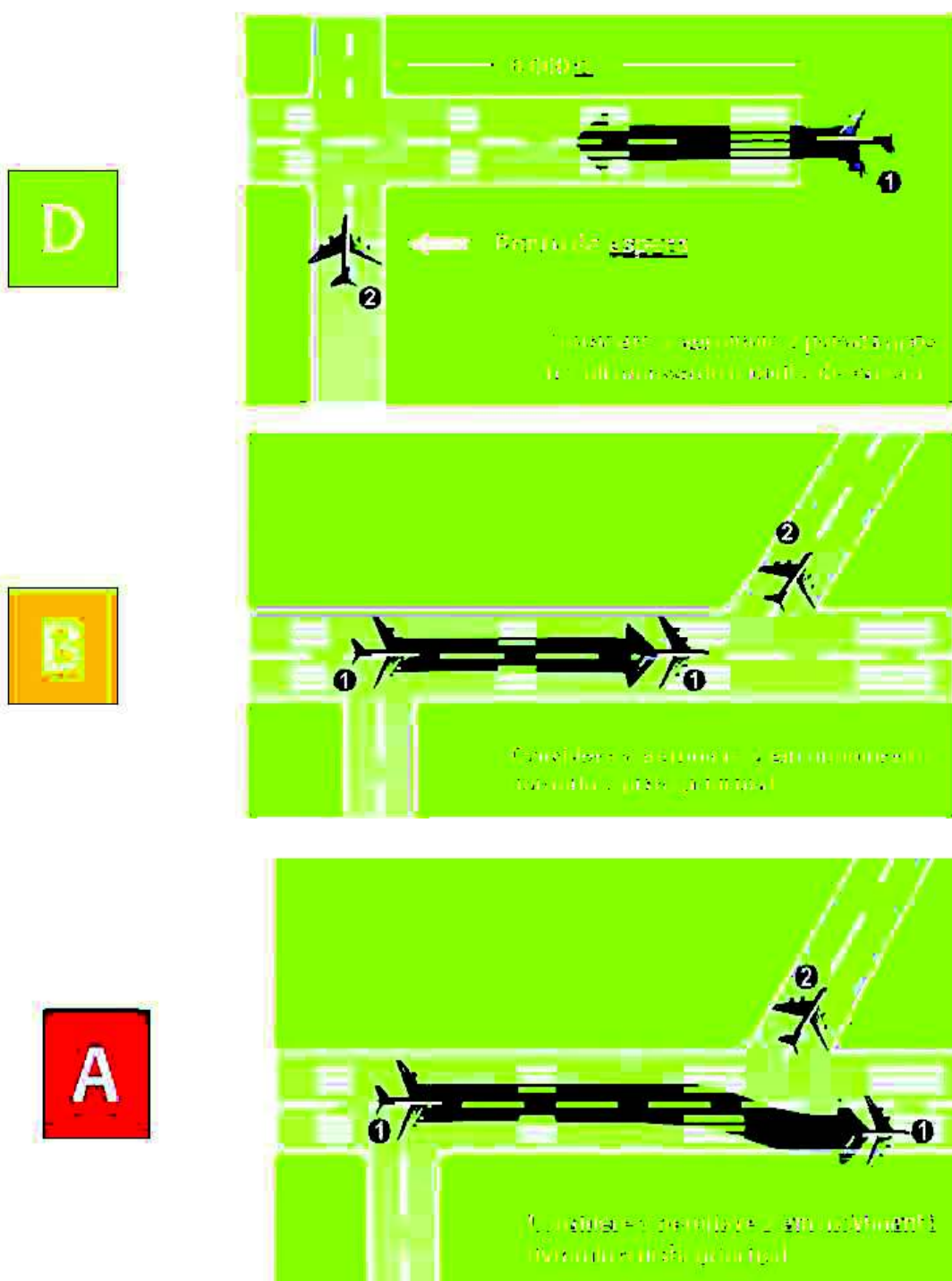


Figura 3 - Incursões em pista tipo D, B e A. Adaptado de *Manual on the Prevention of Runway Incursions* (ICAO, 2007).

INTERFERÊNCIA DE RÁDIOS PIRATAS NA COMUNICAÇÃO E NAVEGAÇÃO DO TRANSPORTE AÉREO

Flavio Benedetti Cunha¹
Fernando Castelani Takashi Tsuda²
Gustavo Marroni Assis Pereira³
Rodrigo Barbosa de Camargo⁴

Artigo submetido em: 08/02/2012

Aceito para publicação em: 08/05/2012

RESUMO: Este artigo tem como objetivo analisar os problemas de interferências causadas por rádios-piratas no espaço aéreo brasileiro. Apresenta as leis vigentes que regem a utilização das radiofrequências e mostra como a interferência afeta os equipamentos de comunicação e navegação aérea. Explica os problemas enfrentados pelos pilotos e controladores de tráfego aéreo sob tais interferências. O artigo também aborda as ações tomadas pelas autoridades para impedir o aumento do número de estações de rádios-piratas e promover uma maior participação do público em geral nas medidas preventivas destinadas a desativação destas estações de rádios-piratas.

PALAVRA-CHAVE: Comunicação. Frequência. Interferência. Navegação. Rádio-pirata. Tráfego aéreo.

1 INTRODUÇÃO

A interferência de rádio-pirata representa grave problema na radiocomunicação no transporte aéreo do país. Somente em 2006 a Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL) registrou cerca de mil rádios-piratas na capital de São Paulo, levando as autoridades a alterar a rotina das operações dos aeroportos, visando à segurança operacional dos voos.

Uma interferência de rádio-pirata age de modo a deturpar a segurança operacional, pois estas invadem as frequências utilizadas para a comunicação aeronáutica. De acordo com os relatórios de segurança operacional, divulgados pelo Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA), observa-se que os pilotos que cruzam o espaço aéreo brasileiro estão enfrentando sérias dificuldades de comunicação e navegação por conta da rotineira interferência de rádios piratas em frequências utilizadas exclusivamente para a radionavegação aérea.

¹ Bacharel em Aviação Civil pela Universidade Anhembi Morumbi e pós graduando pelo ITA - Especialização em Segurança de Voo e Aeronavegabilidade Continuada. Atualmente atua no tráfego de cargas da TAM Linhas Aéreas S.A e empresário do setor de consultoria e serviços. flavio_bcunha@hotmail.com

² Bacharel em Aviação Civil pela Universidade Anhembi Morumbi atualmente atua no despacho técnico de aeronaves da VRG Linhas Aéreas. japa_10@hotmail.com

³ Bacharel em Turismo e Aviação Civil pela Universidade Anhembi Morumbi atualmente é empresário no setor de turismo e serviços. marroni_gustavo@yahoo.com.br

⁴ Bacharel em Aviação Civil pela Universidade Anhembi Morumbi atualmente atua como comissário de voo na VRG Linhas Aéreas. rodrigo.map@terra.com.br

Segundo a ANATEL (2009), as interferências diminuíram em 2008, porém o problema voltou a se agravar. Nesta circunstância a ANATEL adotou medidas mais rigorosas para homologação de equipamentos de *Very High Frequency* (VHF).

Na abordagem do estudo da interferência de rádio-pirata deve-se levar em conta o grande número de casos de incidentes relatados através de pilotos e controladores de voo. Nesta perspectiva, o estudo norteou-se pelas seguintes questões: Quais seriam os fatores de risco para um piloto durante as fases críticas do voo? Quais são as consequências nas operações de um aeroporto?

Será realizada uma análise na atual condição das rádios-piratas no Brasil e suas consequências na operação do tráfego aéreo no país. Serão identificadas neste artigo quais as consequências que a utilização de frequências não autorizadas pelas autoridades pode trazer para a comunicação entre aeronaves e órgãos de controle do espaço aéreo.

A relevância do estudo esta em mostrar o perigo que uma rádio-pirata causa para o transporte aéreo e a importância da participação da sociedade com denúncias a fim de acabar com as rádios ilegais.

2 AS EXIGÊNCIAS DA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA PARA O FUNCIONAMENTO DE UMA RÁDIO

As rádios no Brasil operam sobre as exigências da lei nº 4.117 (Código Brasileiro de Telecomunicações), que estabelece os preceitos de radiodifusão. No entanto, temos ainda a lei nº 9.472 (Lei Geral de Telecomunicações) que trata da organização dos serviços de telecomunicação, bem como a criação de um órgão regulador responsável para liberação de autorizações e fiscalização do uso das Radiofrequências é a Agência Nacional de Telecomunicação (ANATEL). Estas frequências de rádio são um bem publico, ou seja, não se compra uma frequência e sim se ganha uma concessão de uso da mesma. Por esse motivo, sua utilização deve ser feita de modo adequado, obedecendo à regulamentação prevista.

Essa concessão é liberada de forma licitatória, tornando inexigível quando a disputa se tornar inviável ou inexistente, conforme previsto pela lei nº 9,472. Estão previstas sanções penais na lei conforme art. 183, para o uso clandestino de radiofrequência.

Sua característica livre, ligada a associações e sociedade civis, sucumbiu ao arbítrio do governo e na sequência converteu-se em negocio lucrativo, perdendo assim, o tom social, passando a amoldar-se ao cunho de entretenimento de massas. (COELHO NETO, 2002, p.38)

Em 1998 foi sancionada a lei nº 9.612 (Lei de Radiodifusão Comunitária). Na legislação institui o serviço de radiodifusão comunitária, em frequência modulada (FM), operado em baixa potência e com cobertura restrita e outorgado a fundações e associações comunitárias, sem fins lucrativos. A lei permite o uso de transmissores de no máximo 25 watts e a antena transmissora das estações não pode ser instalada a uma altura superior a 30 metros. “As entidades representativas das rádios reivindica[va]m 50 watts” (PERUZZO, 1998, p.3).

Em relação às rádios comunitárias, a ANATEL, disponibiliza três frequências, 87,5MHz, 87,7MHz e 87,9MHz, mas as rádios comunitárias não as utilizam, por serem consideradas de baixa qualidade. Por este motivo, elas operam em frequências de rádios comerciais sem a devida autorização da ANATEL, pois assim conseguem atingir uma maior parcela da população utilizando aparelhos transmissores com frequências maiores dos previstos em lei. Isso é possível devido à facilidade de acesso a esse tipo de equipamento que é comercializado tanto na internet, como em lojas de países limítrofes com o Brasil.

Em 2006, a ANATEL, registrou o funcionamento de cerca de 1.000 rádios piratas somente na capital de São Paulo. No mesmo ano, foram registradas até seis interferências por dia nas comunicações com aeronaves. O problema vem se agravando e, por conta disso, as autoridades são obrigadas a alterar a rotina das operações nos aeroportos, objetivando a qualidade na comunicação e, por sua vez, o zelo da segurança operacional dos voos. Ainda de acordo com levantamentos da ANATEL, para cada rádio-pirata fechada, uma nova surgiu na faixa de frequências. O Governo Federal tem adotado ações de fiscalização no intuito de combater a transmissão de rádios-piratas e a obtenção de recursos para evitar o surgimento de novas rádios ilegais.

Várias emissoras clandestinas continuaram a ser colocadas no ar. O perfil delas é o mais variado possível. Algumas são ligadas a estudantes, como a Rádio Muda, de Campinas (SP), mantida por alunos da Unicamp. Outras pertencem a igrejas de todos os tipos, que se utilizam delas para suas pregações religiosas. E existem aquelas cujos donos querem simplesmente ganhar dinheiro vendendo anúncios e espaço de programação. (BROCANELLI, 2005)

A proliferação de rádios nos grandes centros urbanos vem ao encontro da real necessidade da sociedade que busca neste veículo uma alternativa de cunho político, religioso e até mesmo financeiro de sobrevivência. Fica a cargo do poder público uma melhor distribuição das faixas de frequência e por sua vez uma fiscalização mais eficaz

que possa prover segurança, tanto para a população que faz uso deste veículo, como também as atividades que dependem do bom funcionamento dos serviços de tráfego aéreo.

3 EQUIPAMENTOS AFETADOS E TIPOS DE INTERFERÊNCIAS DE RÁDIO

Os sinais eletromagnéticos emitidos pelas rádios interferem tanto os equipamentos de navegação e comunicação das aeronaves como os equipamentos em solo, onde são considerados ainda mais nocivos, pois interfere no momento crítico do voo que abrange a decolagem e o pouso, passando pela fase de aproximação, quando o piloto tem mais contato com o controlador de voo e depende mais de seus equipamentos.

Conforme informação do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), essas interferências são produzidas pelas rádios autodenominadas “comunitárias”, em que espalham energia em faixas de frequência próximas, ou seja, por utilizarem potência de dezenas de quilowatts, equipamentos com filtragem deficientes ou operarem em frequências não autorizadas.

O equipamento que mais sofre interferência das rádios é o radiocomunicador tanto do avião como o dos controladores. O mesmo pode sofrer com ruídos e até mesmo com a programação de alguma rádio que esteja interferindo na frequência aeronáutica. Conforme o portal de notícias G1 do site da Globo (globo.com), é possível acompanhar uma conversa de um controlador de Congonhas com uma aeronave quase em pouso no mesmo aeroporto e que demonstra preocupação com o tempo de espera.

De acordo com a transcrição do portal G1 (POLÍCIA ,2009):

Torre - *O senhor declara problema com combustível?*

Piloto - *Negativo, não é uma emergência de combustível. Eu quero uma previsão só.*

Torre - *Não há previsão do tempo de espera, porque nós estamos tentando normalizar a situação da frequência. Todas as três que a gente tinha no final São Paulo, estão com interferência de rádio-pirata, ok?*
O controlador volta a se comunicar e diz que a interferência da rádio-pirata persistia:

Torre - *Estamos tentando também a quarta frequência, que também está com interferência de rádio-pirata. Estamos sem frequência para operar no final São Paulo.* (grifo do autor).

Outro equipamento afetado pelas ondas eletromagnéticas é o *Automatic Direction Finder* (ADF), ou Buscador Automático de Direção. Ele opera nas frequências na faixa de 200KHz até 400KHz, porém também recebe o sinal de rádios de Amplitude Modulada (AM) na faixa de 500KHz até 1650KHz. A função do ADF é indicar através de uma seta, a direção que se encontra a estação de radionavegação mais próxima. Esse instrumento,

sobre muita interferência de rádio, pode prover informações até mesmo de 180° defasadas.

A ANATEL criou uma norma a fim de análise e determinação de interferências de emissões de rádio *Very High Frequency*/Frequência Modulada (VHF/FM), a norma criada é a 03/95. De acordo com ela, temos três sistemas de navegação aérea que são afetados pela interferência rádio, são eles:

- COM: é o sistema de comunicação bilateral (terra/ar/terra) que operam na faixa de frequência entre 118 a 137 MHz.
- Instrument Landing System Localizer (ILS): componente do sistema ILS que opera na faixa de frequência entre 108 e 112 MHz, que auxilia as aeronaves/pilotos para pousos seguros quando não se tem condições meteorológicas suficientes.
- VHF Omnidirecional Range (VOR): auxílio à navegação aérea de curto alcance (aproximadamente 370 km), onde oferece a aeronave informações contínuas sobre sua posição em relação ao auxílio navegação.

A figura 1 ilustra a faixa de frequências destinada às rádios FM que se encontram entre 87,4MHz e 108MHz, já o ILS e COM fazem parte da faixa aeronáutica que se encontram entre 108,1MHz e 137MHz.

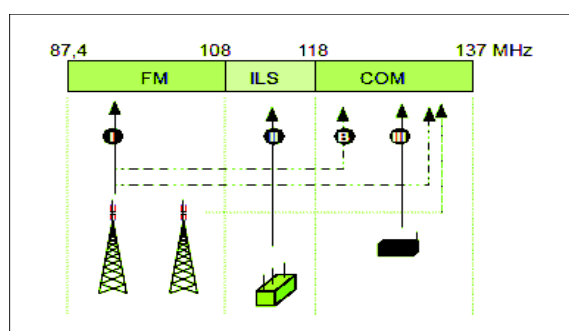


FIGURA 1: Faixa de FM, ILS e COM no espectro
Fonte: Zunga, 2007.

Segundo Zunga (2007), as frequências de rádio comunicações/navegações aeronáuticas, sofrem interferências de diversas origens, as quais podem ser agrupadas de grosso modo da seguinte forma:

- Interferências Intencionais
- Interferências (não intencionais) provocadas por sistemas de radiodifusão
- Interferências (não intencionais) provocadas por outros serviços e aparelhos de telecomunicações.
- Interferências (não intencionais) provocadas por outras fontes.

3.1. INTERFERÊNCIAS INTENCIONAIS

Como o próprio nome sugere esse tipo de interferência se dá quando, intencionalmente, alguém emite ondas de rádio na frequência da aeronáutica a fim de passar informações errôneas para os pilotos.

Conforme o exemplo de um caso que consta no processo administrativo 1.34.001.001444/2005-31, o seguinte episódio:

Caso 1: Data: 15/01/1997. Horário: 19:34. Informado pela aeronave PTWGU à torre de Cumbica (GRU), azimute 140°, distância de 24 km do aeroporto, altitude FL090 (2.700m), frequência interferida: 119,8 MHz (fl104 do PA 1.34.001.001444/2005-31).

Descrição: “Aeronave procedente de Caxias (RS) para pouso em Guarulhos (SP), a 2.700m de altitude, mantinha o rumo do auxílio à navegação por instrumentos, a 24 km setor sudeste do aeroporto de Congonhas (SP) no azimute 140, cotejou a seguinte mensagem em 119.8MHz: “**descer para 6.000 pés, bloqueio Bonsucesso, iniciar aproximação**”, (sendo que) “essa informação não foi fornecida pelo APP-SP.” (grifo do autor)

Esse tipo de interferência é facilmente identificado, pois é notada a falta de padrão nas informações passadas, ou até mesmo no timbre de voz da pessoa que fala com os pilotos via rádio, porém a mesma não pode ser deixada passar em branco, pois pode ocasionar problemas se forem transmitidas nas “fases críticas” do voo, que é durante o pouso e a decolagem.

3.2. INTERFERÊNCIAS (NÃO INTENCIONAIS) PROVOCADAS POR SISTEMAS DE RADIODIFUSÃO

Conforme já mencionado, as rádios comerciais no Brasil operam entre 88Mhz (ou 87,4MHz) e 107,9MHz. Pode-se notar que não é a intenção dessas rádios transmitirem suas programações além dessa frequência, pois a amplitude dos rádios convencionais para sintonização de frequência não passa disso, porém, devido alguns problemas técnicos ou não, as mesmas acabam transmitindo também nas frequências destinadas às operações aeronáuticas (entre 108MHz e 137MHz).

De acordo Zunga (2007) do Instituto Observatório Social de Telecomunicações (IOST), pode-se dividir as rádios em quatro grupos, com critério misto de potência e natureza da emissora. Os grupos seriam:

- A) As emissoras comerciais e educativas, que operam geralmente com potência superior a 1Kw (classes Especial, A, B e eventualmente C).
- B) Emissoras de media potência, tipicamente de 100 a 1Kw (em torno da classe C).

- C) Emissoras de baixa potência, comunitárias, com 25W.
- D) Outros serviços de radiodifusão que não as da faixa de FM.

A Norma nº 03/95 da ANATEL, informa que os sistemas aeronáuticos de comunicação e auxílio navegação estão sujeitos a dois tipos de interferências, são eles:

Tipo A – Oriundas de emissões dentro da faixa aeronáutica, onde ainda se dividem em A1 (Resultado de transmissões adulteradas devido a problemas técnicos nos transmissores e/ou intermodulação proveniente da interação entre transmissores instalados no mesmo local) e A2 (Resultado de transmissões adulteradas devido a problemas técnicos nos filtros de sinal dos transmissores, em que mesmo transmitindo fora da faixa de radiodifusão, entre frequências próximas a 108Mhz, interferem na comunicação e navegação aérea). Nesse tipo de interferência também estão classificadas as “Interferências Intencionais” (Já mencionadas acima).

Tipo B – Oriundas de emissões fora da faixa aeronáutica, em que ainda se dividem em B1 (Interferência ocasionada durante o aparecimento de produtos derivados da intermodulação ocasionados pela não linearidade do receptor) e B2 (Criada da incapacidade do receptor do Serviço Aeronáutico em rejeitar sinais de intensidade elevadas que estejam sendo emitidas fora da sua faixa de atuação).

A interferência do tipo A, ela se dá por problemas técnicos oriundo dos transmissores de rádios, e isso pode acontecer tanto nas rádios comunitárias, rádios comerciais e rádios ilegais. Porém se torna crítico quando acontece com as rádios com potências elevadas, ou seja, transmissões superiores a 1Kw .Esse tipo de problema, quando acontece é rapidamente sanado por interesse do próprio radiodifusor, pois o mesmo diminui a qualidade da faixa do sinal transmitido.

As interferências que devemos mais nos preocupar são as interferências classificadas no tipo B.

As interferências do tipo B1 somente ocorrem a partir de transmissões oriundas de várias rádios FM, onde sinais simultâneos provocariam o surgimento de produtos de intermodulação nos receptores utilizados em sistemas de aeroportos e aeronaves (...)

(...)

Sinais de emissoras de rádios FM distintas, ao serem captados com níveis suficientemente fortes potencialmente podem provocar um efeito denominado intermodulação, que resulta numa mudança de frequência dos sinais recebidos, tornando-os idênticos ou relativamente próximos da faixa de frequência utilizada na recepção dos serviços aeronáuticos. (MANHÃES, 2006, p.3)

Segundo a norma nº 03/95, somente produtos de intermodulação de terceira ordem

são considerados, ou seja, quando os sinais interferentes de frequências f_1 , f_2 e f_3 são tais que a nova frequência recaia nas proximidades das frequências aeronáuticas. Existem duas fórmulas matemáticas para verificar o resultado da intermodulação de frequências, onde essa nova ganharia a denominação de “Frequência de Intermodulação” (F intermodulação). Aplicamos (1) no caso de dois sinais FM e (2) no caso de três sinais FM:

$$F_{\text{intermodulação}} = 2 \times F_1 - F_2 \quad (1)$$

$$F_{\text{intermodulação}} = F_1 + F_2 - F_3 \quad (2)$$

A maior parte dos casos de interferências de rádios FM sobre os meios de comunicação e navegação aeronáutica parece recair sobre as emissoras de médio porte (classe C), porém é notado que umas poucas emissoras são responsáveis por uma grande interferência no setor aéreo. Os fatores mais agravantes para esse tipo de problema são os equipamentos utilizados que não são homologados, onde os mesmo podem ser adquiridos facilmente até mesmo pela internet, ou até de instalações mal feitas. A interferência dessas rádios não se dá como as rádios comerciais, que são por intermodulação entre dois ou mais sinais e, na maioria das vezes, acontece diretamente na frequência utilizada pela aviação, devido aos problemas mencionados acima.

De acordo com a Divulgação Operacional (DIVOP) nº 13/C/2007, uma aeronave com procedência do aeroporto do Galeão no Rio de Janeiro, com destino ao aeroporto de Guarulhos no Estado de São Paulo, teve que solicitar uma arremetida em voo (*go around*), devido estar perdendo sinal de seu equipamento localizador de forma intermitente, até que o sinal desapareceu completamente. Nesse momento o comandante e o copiloto notaram que estavam recebendo informações erradas em seus sistemas de navegação. Sendo assim eles solicitaram o retorno para o aeroporto do Galeão, pedindo que a aeronave recebesse um acompanhamento através dos sistemas de navegação dos controladores, até chegar ao aeroporto. Após investigação foi descoberto que um sinal de uma rádio-pirata estava interferindo nos sistemas de navegação.

Em relação às rádios comunitárias, as denúncias normalmente não informam a potência em que a rádio está operando, mas o nome da mesma, porém nas operações policiais realizadas para o fechamento destas rádios, foi verificado que poucas operam dentro do limite estipulado pela ANATEL (25 watts), a menor potência observada das rádios autuadas foi de 41 watts. Todas as outras operavam acima dos 100 watts.

3.3. INTERFERÊNCIAS (NÃO INTENCIONAIS) PROVOCADAS POR OUTROS SERVIÇOS E APARELHOS DE TELECOMUNICAÇÕES

Não só as rádios FM provocam interferências nos equipamentos aeronáuticos, tanto de solo como das aeronaves. Segundo processos administrativos, foi relatado que telefones sem fio de longo alcance e sistema de televisão em circuito fechado (CFTV) para vigilância e rádios amadores também interferiram. Porém nesse caso não nas aeronaves em si, mas nos equipamentos do Centro Integrado de Defesa Aérea e Controle de Tráfego Aéreo (CINDACTA), do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) e da própria Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (INFRAERO).

3.4. INTERFERÊNCIAS (NÃO INTENCIONAIS) PROVOCADAS POR OUTRAS FONTES

Existem outros meios de interferência bastante conhecido pelos pilotos que não são motivo de estudos mais aprofundados, ou até mesmo, divulgados para a sociedade, são os equipamentos eletrônicos utilizados pelos próprios passageiros a bordo das aeronaves. Esses equipamentos interferem nos sistemas de navegação que existem nas aeronaves.

O maior receio de todos os pilotos é que essas ondas eletromagnéticas possam interferir no equipamento mais importante do pouso o *Instrument Landing System* (ILS). Esse instrumento é dividido em duas partes; a primeira é o localizador, que informa a direção do avião com o eixo da pista, e o *Glide Slope*, que informa a altura que o avião está em relação à pista, em que é determinado o ângulo de descida do avião. Esse equipamento, começa a funcionar a, no mínimo, 35 km do aeroporto, e esse equipamento opera dentro das frequências de 108MHz a 111.9MHz que é determinada para a navegação aérea, porém o *Glide Slope*, funciona na frequência de 329,15MHz a 335MHz, em que pode sofrer interferência das rádios comunitárias.

4 FATORES DE RISCO QUE OS PILOTOS E CONTROLADORES ESTÃO SUJEITOS DEVIDO A INTERFERÊNCIA DE RÁDIO-PIRATA

A comunicação entre pilotos e controladores é um processo altamente complexo e essencial na operação aérea. Todas as etapas de um voo sofrem a intervenção de um controlador, obedecendo a sua jurisdição. A partir do momento em que se apresenta uma intenção de voo é movimentada uma extensa cadeia logística, que envolve tanto o fator humano como o material.

A interferência de uma rádio no ILS pode evidenciar grande dificuldade de

interceptação pela aeronave, ou seja, perda momentânea do sinal, erros de azimute e de *marker beacon*. Essa evidencia que a aeronave possa vir sofrer implicam em erro no alinhamento de proa, razão de descida, velocidade de aproximação e de altitude relativa. No VOR as evidências são as de perda momentânea do sinal, erros de azimute e redução de alcance, implicando no erro de alinhamento de proa e referência de curso.

Já no COM as evidências são as de perda momentânea do sinal, cortes na comunicação, áudio clandestino e redução no alcance de cobertura. Tudo isso implica em uma comunicação ininteligível, redução de canais operacionais e o uso de canais adicionais.

Atualmente, o sistema de controle de tráfego aéreo faz uso de enlaces analógicos de rádio para comunicação entre pilotos e controladores. Porém, esse enlace tem diversos problemas que dificultam o controle de um maior número de aeronaves no espaço aéreo, tais como interferências por rádios-pirata (ocasionando perda temporária da comunicação e até mal entendidos), saturação do canal (quando a transmissão de uma mensagem bloqueia muito o enlace) e a má compreensão do idioma inglês por não nativos. (GIL, 2011, p. 20) [sic].

A adoção de ferramentas que possam minimizar estes problemas é fator de extrema importância para o desenvolvimento seguro e sustentável do setor. O alto risco que envolve uma operação aérea é ponto fundamental na tomada de decisões que priorizem novas aplicações e investimentos no setor. Em toda e qualquer operação que envolve uma cadeia de processos complexa, a margem a falhas deve ser precisamente calculada, e os meios para se prevenir transtornos nestes processos devem ser eficazes.

O serviço de radiodifusão deve se prestar a sociedade como uma ferramenta de comunicação, educação e lazer. Infelizmente nota-se o uso indevido das frequências disponibilizadas pela ANATEL.

A falta de fiscalização impõe ao usuário dos serviços de tráfego aéreo uma constante exposição ao risco. E este fator de risco traz consigo uma diversidade de outros problemas que podem ser transferidos a sociedade.

No controle do espaço aéreo brasileiro são utilizadas frequências que variam na faixa de 108,1 a 117,9 MHz para rádionavegação e 118 a 137 MHz para radiocomunicação aeronáutica. Estas frequências servem o piloto na condução de um voo mais seguro, auxiliando nos procedimentos de subida, descida e voo nivelado.

O problema que se apresenta é a interferência de sinal na radiodifusão de transmissões que deveriam estar dentro da faixa de frequência 87,4 a 108 MHz. Esta faixa é utilizada por rádios comerciais, que devem cumprir a regulamentação e desta

forma não ultrapassar outras faixas de frequência, por sua vez não interferindo na comunicação ou navegação aérea.

Ocorre com maior frequência em regiões com maior concentração de emissoras de FM que tendem a apresentar maior potencial de interferência.

Estatísticas mostram que uma parcela significativa das interferências é causada pelos emissores de energia em frequências próximas às da faixa do Serviço Móvel Aeronáutico. Trata-se de emissoras do Serviço de Radiodifusão (87 a 108 MHz, faixa contígua à do Serviço de Radionavegação Aeronáutica e ao Serviço Móvel Aeronáutico – 108 a 137 MHz). (NUNES, 2007, p.25)

Porém o controle de tráfego aéreo sofre interferências das chamadas rádios-piratas ou rádios clandestinas, que normalmente visam transmissões de cunho político e religioso, sem a prévia autorização da ANATEL. Estas rádios utilizam a faixa de frequência das rádios comerciais, mas acabam propagando sua transmissão nas ondas eletromagnéticas e invadem as frequências aeronáuticas, devido à falta de equipamento homologado ou problemas de manutenção. Para evitar essas interferências à sociedade tem um papel importante em acabar com as rádios piratas através de denúncias pelo telefone (133) que a ANATEL disponibiliza gratuitamente e que preza o sigilo absoluto.

Analisando de forma contextual o problema, é possível observar que estes problemas na comunicação e navegação aérea, interferem não só na segurança, mas em toda a cadeia logística de uma operação aérea. O usuário ainda sofre consequências nos aeroportos aguardando seus respectivos voos, e por sua vez aos que estão voando sofrem com eventuais atrasos e esperas demasiadas para a concessão de autorizações de tráfego, mudanças de frequências e dificuldades de comunicação em que se estabelecem.

5 CONCLUSÃO

No Brasil, uma rádio é considerada pirata quando não possui autorização de serviço expedida pelo Ministério das Comunicações e licença para operar a radiofrequência atribuída pela ANATEL. O tema exposto no artigo é um tema muito polêmico na atualidade, não é só porque uma rádio é “clandestina” que a mesma vai interferir na navegação e comunicação aérea, e sim essa interferência envolve muitos outros fatores além da legislação. Até o momento não foi comprovado pelas autoridades nenhum acidente provocado por interferência na comunicação e navegação aérea, e sim alguns incidentes que causaram mudanças nas operações, principalmente durante os pousos e decolagens que dependem exclusivamente da comunicação.

O problema maior das rádios-piratas é que além de operarem na clandestinidade, elas não operam na faixa de frequência de rádio comunitária que lhes são designadas entre 87,4 MHz e 87,9 MHz e seus equipamentos não são homologados e não tem a filtragem necessária para evitar que sua frequência se sobreponha sobre outras, criando assim a intermodulação, podendo atrapalhar a comunicação e navegação aérea. Além disso, muitas estão nos grandes centros e estão instaladas umas próximas a outra e até mesmo dos aeroportos não respeitando a distância de propagação.

Nota-se que rádios comerciais e legalizadas, também podem interferir na comunicação e navegação aérea se seus equipamentos não estiverem em bom estado ou se não tiverem uma manutenção adequada. Foi relatado também que nem só as rádios interferem na navegação e comunicação, mas outros equipamentos eletrônicos têm a sua parcela de culpa na interferência, porém os mesmo não foram estudados em sua total profundidade, por não ser o objetivo principal do estudo, deixando assim o assunto para futuras pesquisas científicas.

Entendemos que diante da complexidade exposta na operação aérea, a eventual interferência de rádios-piratas na comunicação entre pilotos e órgãos de controle deve ser tratada de uma forma mais séria e contundente pelas autoridades e sociedade. Por meio do disque denúncia (133) a sociedade pode demonstrar a sua vontade de solucionar o problema e por sua vez as autoridades serão obrigadas a intensificar o seu poder de fiscalização e regulação do setor.

INTERFERENCE OF PIRATE RADIO STATIONS WITH AIR TRANSPORT COMMUNICATION AND NAVIGATION

ABSTRACT: This article aims to analyze the problems of interference caused by pirate radios in the Brazilian airspace. It presents the current laws governing the use of radio frequencies, and shows how interference affects aviation communication and navigation equipment. It explains the problems faced by pilots and air traffic controllers under such interference. The article also addresses the actions taken by authorities to both prevent the increase in the number of pirate radio stations and foster a larger participation of the general public in the preventative measures aimed at the deactivation of these illegal radio stations.

KEYWORDS: Air traffic. Communication. Frequency. Interference. Navigation. Pirate radio.

REFERÊNCIAS

ANATEL. **Norma n.º 03/95.** Norma de Compatibilidade Entre o Serviço de Radiodifusão Sonora em FM (88 a 108 MHz) e os Serviços de Radionavegação Aeronáutica e Móvel Aeronáutico (108 a 137 MHz). 1995.

_____. **Agência Nacional de Telecomunicação**. Disponível em: <<http://www.anatel.gov.br>>. Acesso em: 20 de set. de 2011.

BRASIL. **Lei n. 9.472, de 16 de julho de 1997**. Dispõe sobre a organização dos serviços de telecomunicações, a criação e funcionamento de um órgão regulador e outros aspectos institucionais, nos termos da Emenda Constitucional nº 8, de 1995.

_____. **Lei n. 4.117, de 27 de agosto de 1962**. Institui o Código Brasileiro de Telecomunicações.

_____. **Lei n. 9.612, de 19 de fevereiro de 1998**. Institui o Serviço de Radiodifusão Comunitária e dá outras providências.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **Divulgação Operacional do Cenipa nº 13/C/2007**. Brasil, 2007. Disponível em: <http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/paginas/divop/arquivos/DIVOP%2013C2_007.pdf>. Acesso em: 24 set. 2011.

BROCANELLI, R. **Projeto pode ajudar em vez de atrapalhar**. Observatório da Imprensa, São Paulo, 15 de fev. de 2005. Edição 316. Disponível em: <<http://www.observatoriodaimprensa.com.br/news/view/projeto-pode-ajudar-em-vez-de-atrapalhar>>. Acesso em: 29 de set. de 2011.

COELHO NETO, A. **Rádio comunitária não é crime. O direito de antena: o espectro eletromagnético como um bem difuso**. São Paulo. Ícone, 2002.

GIL, F. **Metodologia de avaliação de segurança das comunicações entre controlador e piloto via enlace de dados (CPDLC) aplicada em áreas terminais**. 2011. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica. Universidade de São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3141/tde-11082011-130403/pt-br.php>>. Acesso em: 21 de out. 2011.

MANHÃES, M. **Desmitificando as Interferências de radiodifusão FM em Comunicações Aeronáuticas**. 2006.

NUNES, W. G. Interferências das Rádios-Piratas. **AeroEspaço**, ano 4, n. 26.

PERUZZO, C. **A participação nas rádios comunitárias**. Biblioteca Online de Ciências da Comunicação, 1998. Disponível em: <<http://www.bocc.ubi.pt/pag/peruzzo-cicilia-radio-comunitaria-br.html>>. Acesso em 30 de mai. 2011.

POLÍCIA fecha rádio pirata que interferiu em cinco voos em Congonhas. **Globo.com**, São Paulo, 28 maio 2009. Notícias. Disponível em <<http://g1.globo.com/Noticias/SaoPaulo/0,MUL1171726-5605,00.html>>. Acesso em: 24 set. 2011.

ZUNGA, J. **Relatório de interferências radioelétricas ocorridas nas faixas de radionavegação e radiocomunicação aeronáuticas**. Instituto Observatório Social de Telecomunicações. Brasília, 2007.

O VALOR DA INFORMAÇÃO NO GERENCIAMENTO DO RISCO AVIÁRIO

Henrique Rubens Balta de Oliveira¹

Artigo submetido em: 27/09/2011

Aceito para publicação em: 08/05/2012

RESUMO: Este estudo tem o objetivo de mostrar a importância da informação no gerenciamento do risco aviário. No início, mostra-se que é fundamental ampliar a capacidade de coletar informações com qualidade, em face das características próprias que esse risco tem, quase únicas para cada aeródromo. São identificadas as áreas de maior interesse para o seu gerenciamento e os respectivos responsáveis. Em seguida, mostra-se o valor crítico dos reportes de colisões, quase colisões e avistamentos, envolvendo aves e outros animais, quando se caracteriza a ficha Cenipa 15 como o veículo ideal para tal ação. São mostrados então os meios disponíveis para a sua utilização e, através de exemplo hipotético, contextualiza-se como as informações são oriundas de diversas organizações e como devem convergir para o banco de dados, visando torná-lo robusto e confiável. São citadas ainda outras fontes indispensáveis de coleta de informações para o gerenciamento proativo desse risco e as melhores práticas recentemente recomendadas pela *International Civil Aviation Organization*, em que o autor identifica ainda os objetivos de cada uma delas e finaliza recomendando ações destinadas a contribuir para que o gerenciamento do risco aviário seja eficaz e duradouro em cada aeródromo e no país como um todo.

PALAVRAS-CHAVE: Banco de dados. Colisão com aves. Ficha Cenipa 15. Risco Aviário.

1 INTRODUÇÃO

A colisão entre aeronaves e animais sempre foi motivo de preocupação em diversos setores da indústria aeronáutica. Os engenheiros têm se esforçado para aumentar a resistência das aeronaves; as autoridades aeronáuticas têm alterado as regras de operação, reduzindo a velocidade das aeronaves, voando abaixo de 10.000 pés para reduzir os danos de um possível impacto (TRANSPORT CANADA, 2001). Os pilotos têm tido maior cautela quando voando em áreas com aves; e os operadores aeroportuários têm criado procedimentos para evitar a permanência delas nas proximidades das pistas de pouso e de decolagem. Os biólogos, que originalmente não faziam parte dessa comunidade, têm sido cada vez mais envolvidos nesse contexto, passando a ter papel de grande importância. Tendo em vista serem eles que, estudando o comportamento das aves, terão informações valiosas para reduzir o interesse dessas pelo

¹ Major viador da FAB, mestrando em Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade Continuada (ITA), possui o Curso de Oficial de Segurança de Voo - CENIPA 1996, Curso de Oficial de Segurança de Aviação - US Army 2010 e é Ex-Gerente do Programa de Risco Aviário do CENIPA - 2009/2010/2011. henrique.poker@yahoo.com.br

lado ar e pelo entorno dos aeródromos. Ainda assim, percebe-se que o avanço na prevenção dessas colisões é lento se comparado às demais áreas que oferecem risco à aviação mundial.

Muito disso se deve ao fato de que até mesmo aves da mesma espécie podem apresentar comportamentos diferenciados, em função das características do *habitat* em que se encontram. Especialmente aquelas relacionadas à distribuição espacial dos elementos essenciais à sua sobrevivência, como alimento, água, refúgio (abrigo ou descanso) e áreas para nidificação (ICAO, 2012). Além, é claro, do período do ano, índice de chuvas, etc.

Já o desenvolvimento nas demais áreas da prevenção de acidentes se aplica indiscriminadamente em todas as regiões e aeródromos mundo afora. Por exemplo, o conhecimento obtido do estudo dos fenômenos meteorológicos fez essa área avançar rapidamente. As condições de formação de gelo ou de avanço de sistemas frontais obedecem a critérios conhecidos e acompanhados por profissionais que os divulgam para as tripulações em todos os continentes. Esses processos evolutivos são frutos do acompanhamento, do registro e da análise de dados, ao longo de anos, em cada uma das áreas de interesse. A diferença é que informações coletadas na Ásia são usadas na Europa sem grandes adaptações.

Entretanto, no tocante ao risco aviário, apenas as linhas gerais podem ser simplesmente copiadas de um local para outro, maximizando a importância da informação coletada em cada um dos aeródromos públicos do país. Mas isso requer normas claras e definidas por parte das autoridades competentes, tendo em vista a necessidade de padronizar a coleta de dados, para que se tornem mais confiáveis e válidos à prevenção de colisões.

Como o risco aviário decorre do uso concomitante do mesmo espaço por aeronaves e aves, e considerando que “92% das colisões ocorrem até 3.000 pés de altura” (CLEARY; DOLBEER, 2005, p. 13, tradução nossa), caracteriza-se assim o lugar ideal para o seu gerenciamento como aquele em que as aeronaves voam abaixo da altura citada.

2 ÁREA DE RISCO E SEUS RESPONSÁVEIS

De acordo com isso foi definida a Área de Gerenciamento do Risco Aviário (AGRA) como:

A área circular com centro no ponto médio da pista do aeródromo e raio de 20 km. A AGRA possui um setor interno, também chamado de núcleo, com

raio de 9 Km, e um setor externo, compreendido entre o núcleo e o seu limite. Caso o aeródromo tenha mais de uma pista, a AGRA será aquela resultante da soma das áreas criadas a partir de cada uma das pistas (BRASIL, 2011a, p. 7).

Mas quem são os responsáveis pela AGRA no Brasil?

Inicialmente, na área interna dos aeródromos, doravante denominada patrimonial, a responsabilidade é do operador aeroportuário, que é o responsável pela aplicação de todas as medidas de gerenciamento do risco de colisões com aves e outros animais (ICAO, 2012).

Porém, observa-se que a área de influência desse risco ultrapassa a área patrimonial dos aeródromos. A título de comparação, na maioria dos aeroportos a área patrimonial não chega a 2% da área total da AGRA (OLIVEIRA, 2009). Mas, então quem é o responsável por essa área vizinha aos aeródromos – chamada de entorno aeroportuário, sobre a qual as aeronaves voam abaixo da altura supramencionada?

Recorrendo à Constituição Federal, em seu Artigo 30, inciso VIII, observa-se que “[...] cabe aos municípios promover, no que couber, adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano”. E ainda, no Artigo 182, é dito que:

A política de desenvolvimento urbano, executada pelo poder público municipal, conforme diretrizes gerais fixadas em lei têm por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes. (BRASIL, 1988).

Ora, por exemplo, quando nas proximidades dos aeroportos, existem locais de destinação final de resíduos sólidos, operando sem o adequado cumprimento das normas ou ainda existam bairros que não disponham de saneamento básico e de coleta regular de resíduos sólidos, a condição anterior não está sendo respeitada. Uma vez que a oferta de material orgânico contribui para o aumento do risco aviário, podendo causar acidentes aeronáuticos sobre áreas urbanas, o que não contribui para as funções sociais da cidade, nem para o bem-estar de seus habitantes.

Essa realidade se concretiza através do estímulo, oferecido pela abundância de matéria orgânica – alimento –, ao crescimento populacional de aves na AGRA, seja pela sua maior concentração, seja pelo estímulo à sua reprodução acelerada. Cabe lembrar que a incorreta destinação de resíduos sólidos também causa outros problemas à sociedade, como a contaminação do solo, das águas subterrâneas e a transmissão de doenças, dentre elas a dengue (BRASIL, 2011b).

Nesse contexto, o Ministério da Defesa (MD), preocupado com o risco aviário,

emitiu o Plano Básico de Gerenciamento do Risco Aviário (PBGRA), em maio de 2011, alinhando o país com o que preconiza a *International Civil Aviation Organization – ICAO*, ao citar que:

Quando o risco aviário é identificado em um aeródromo, a autoridade apropriada deve atuar para reduzir o número de aves que constituem risco potencial para a operação de aeronaves, através da adoção de medidas para desencorajar a presença dessas no aeródromo ou em seu entorno (ICAO, 2004, p. 9-7, tradução nossa).

À continuação, consta ainda, em publicação mais recente, que:

A autoridade apropriada deverá agir para eliminar ou prevenir o estabelecimento de vazadouros de lixo ou outras fontes que possam atrair aves para os aeródromos e seu entorno, a não ser que avaliação de risco apropriada indique que as aves não são susceptíveis de criar riscos à aviação. Onde a eliminação dos locais existentes não for possível, a autoridade apropriada deve garantir que o risco aviário criado por esses locais será avaliado e reduzido ao menor valor razoavelmente praticável. Recomendação – Os Estados devem considerar as preocupações manifestadas em relação à segurança de voo, pela atração de espécimes da fauna, relacionadas ao uso do solo nas proximidades dos aeródromos (ICAO, 2009a, p. 9-10, tradução nossa).

Como o Ministério da Defesa tinha conhecimento do risco aviário, através do PBGRA, foi iniciada a identificação dos focos atrativos no entorno dos aeroportos com maior exposição ao risco. Prioritariamente, aqueles com maior quantidade de voos, informando oficialmente às autoridades responsáveis pelas áreas do entorno deles a respeito do risco aviário. Já que as autoridades aeronáuticas não têm qualquer ingerência sobre as áreas do entorno dos aeródromos públicos brasileiros. A partir desse momento, cada autoridade municipal não poderá se eximir de sua responsabilidade, corrigindo as condições existentes e os procedimentos incorretos nos focos atrativos, públicos e privados, localizados até 20 km dos aeroportos selecionados.

Cabe ressalva que, à época da emissão do PBGRA, o MD tinha ligações sistêmicas com as duas autoridades aeronáuticas brasileiras – civil e militar. Portanto, esse assumiu a conduta de distribuir responsabilidades às autoridades no processo anteriormente exposto, tudo com o objetivo de reduzir o risco aviário nos aeroportos brasileiros.

Tendo sido caracterizada a premência de gerenciar o risco aviário, em especial na AGRA dos aeródromos, surge o requisito básico de compreender seus aspectos. Para tanto, devem ser coletados dados através de todas as formas possíveis, conforme se pode observar a seguir:

Um bom programa de controle de animais depende de bons reportes. Os dados devem vir de avistamentos, de inspeções entre voos, de colisões e das próprias atividades de controle no sítio, envolvendo tripulantes e operadores de aeronaves, aeroportuários, de tráfego aéreo e de manutenção. A revisão desses dados identificará as características do problema no local. Os reportes de quase colisões são importantes, já que representam situações tão sérias quanto as colisões, pois indicam a presença de animais na área de operação das aeronaves. Os Estados devem se preocupar com tal situação do mesmo modo que se preocupam com as colisões (ICAO, 2012, p. 3-2, tradução nossa).

3 O REPORTE DE COLISÕES, QUASE COLISÕES E AVISTAMENTOS

Devido à importância da coleta de dados para a compreensão do risco aviário e fauna, o Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (Cenipa) mantém, há mais de 20 anos, banco de registros nacional das informações de colisões, quase colisões e avistamentos, oriundos dos reportes da aviação civil e militar. Em 2011, foram feitas melhorias no processo de envio e de consulta das informações, que agora podem ser realizadas de modo mais eficiente e rápido, através dos *websites* daquela organização, na *internet* e na *intraer* do Comando da Aeronáutica (Comaer).

No entanto, é imperioso afirmar que o conhecimento da situação no entorno de cada aeródromo só será profundo e atualizado, quando o próprio operador aeroportuário passar a realizar esse trabalho de campo na AGRA. Tendo em vista a dinamicidade dos focos atrativos e o fato de que ele está presente diariamente no aeródromo, enquanto que as equipes do Comaer necessitam se deslocar para realizarem essa atividade, além de não contarem com pessoal capacitado e em quantidade suficiente para a tarefa.

A coleta de dados da presença de aves, sistemática e diária, na área patrimonial dos aeródromos também beneficia o operador, ao se afirmar que:

[...] reportes condizentes com a realidade reduzem a responsabilidade do operador aeroportuário, no caso de ocorrer um acidente aeronáutico resultante de colisões com aves, pois indicam que existe um programa de gerenciamento da presença de aves em execução e que a administração está agindo para reduzir as colisões no sítio aeroportuário (ICAO, 2012, p. 3-2, tradução nossa).

O banco de dados nacional auxilia na identificação dos focos atrativos no entorno, guiando as equipes, que, por terra, podem quantificar *in loco* a quantidade de aves em cada local de relevância à operação das aeronaves nos aeródromos prioritários, cumprindo assim a ação prevista no PBGRA. E ainda “a análise dos dados de colisões pode revelar tendências que auxiliarão os operadores na identificação das áreas de responsabilidade onde deve ser realizado um bom programa de controle de aves. Esses

números também podem ser analisados para determinar os períodos do ano que esse controle deve ser maximizado” (ICAO, 2012, p. 1-2, tradução nossa). Ainda, segundo a ICAO (2012, p. 3-2, tradução nossa) os dados nacionais devem ser remetidos anualmente ao *ICAO Bird Strike Information System (IBIS)*.

Com registros consistentes de colisões, quase colisões, avistamentos, somados aos censos da presença de fauna em cada aeroporto e no seu entorno, passar-se-á a ter a sequência histórica de dados do aeródromo, que guiará as ações preventivas do operador, atingindo-se o controle proativo do risco aviário e fauna no local. Mas, para alcançar tal condição, deve-se investir na qualidade de cada uma das formas de coleta de dados, visando à obtenção de credibilidade nos registros. Tal qualidade é obtida fundamentalmente através do treinamento recebido pelos colaboradores em cada aeródromo, e se justifica pela afirmação da ICAO (2012) que os procedimentos de coleta de dados devem ser conhecidos por todo o pessoal do aeródromo e que cada reporte deve ser revisado antes de ser confirmado e enviado para o banco de dados nacional.

O Cenipa, como responsável por esse banco, deve manter pessoal adequadamente treinado, em quantidade suficiente, para garantir a manutenção da qualidade do mesmo, revisando e corrigindo as inconsistências recebidas para aprovar e divulgar, rapidamente, os reportes através de seus *websites*. Essa necessidade é caracterizada quando se afirma que o emissor da informação espera que sejam tomadas ações que reduzam o risco informado por seu reporte e que toda informação veiculada, através de sistema de reporte, deve estar disponível, em tempo hábil, para a prevenção pela comunidade aeronáutica (ICAO, 2005).

Essa premência também é caracterizada por Begier et al (2012) ao citar que todos os reportes recebidos pela *Federal Aviation Administration (FAA)*, nos Estados Unidos da América (EUA), são editados para garantir consistência, correção e a não repetição de registros do mesmo evento. Para tanto, é fundamental que todas as fichas Cenipa 15 recebidas sejam analisadas, comparadas e, até mesmo, o seu relator consultado, com o objetivo de formar uma base de registros mais completa possível.

Através da observação de que as informações registradas são consistentes é gerado o estímulo para o envio das próximas fichas de reporte. A confiabilidade do banco de registros deve servir de base à emissão de novas circulares e até mesmo de novos regulamentos pela agência reguladora, a fim de criar sinergia no gerenciamento do risco aviário e fauna (BEGIER et al., 2012).

Obviamente, para que esse objetivo seja alcançado, todos também devem

colaborar utilizando as instruções de preenchimento da ficha Cenipa 15, bem como informando sobre incorreções que, por ventura, tenham sido registradas, e ainda, fornecendo dados que muitas vezes só estarão disponíveis algum tempo após a colisão. Como, por exemplo, os *custos diretos* do evento – informação valiosa que é de exclusiva responsabilidade do operador da aeronave.

A importância dos custos diretos de cada colisão reside no fato de que esses são medidores da gravidade do evento. Razão pela qual o termo foi definido no PBGRA como o “valor financeiro dos serviços de manutenção corretiva (recuperação e/ou substituição de componentes e mão de obra), decorrentes do impacto com animais, mormente aves” (BRASIL, 2011a, p. 8), a fim de evitar dúvidas por parte dos operadores.

Após ter sido identificada a importância de remeter, com precisão, as informações sobre colisões, quase colisões e avistamentos; e, sabendo-se que foram feitas mudanças nos métodos de envio de reportes para o banco nacional e, em especial, na consulta dos eventos ocorridos a partir de 2011; a seguir são mostradas as definições necessárias ao uso da Ficha Cenipa 15.

Segundo o PBGRA (BRASIL, 2011a, p. 7,8 e 9), tem-se que:

- Avistamento de aves – Evento em que foram visualizadas aves nas proximidades da trajetória da aeronave, sem, no entanto, ter sido necessário o desvio por parte da tripulação ou das aves. Quando nas operações ainda no solo, outros animais também deverão ser reportados.
- Colisão com aves – Evento em que ocorrer uma das situações descritas a seguir:
 - Piloto reportar ter colidido com uma ou mais aves;
 - Pessoal de manutenção identificar danos em aeronaves e houver restos de material orgânico;
 - Pessoal de solo reportar que visualizou impacto de aeronave com animal (is);
 - Carcaça (s) de animal (is) for (em) localizada (s) em até 20 metros das laterais de uma pista de pouso ou de táxi; ou em pontos situados até 50 metros das cabeceiras de uma pista de pouso;
 - Ou a presença de animal (is) na área de movimento do aeródromo exercer efeito significativo sobre a operação das aeronaves, como, por

exemplo, uma abortiva da decolagem ou a saída da aeronave pelas laterais ou cabeceiras da pista.

- Quando existir outro motivo aparente para a morte do (s) animal (is), a (s) carcaça(s) encontrada(s) na área de manobras não será (ão) considerada (s) oriunda (s) de colisão com aeronave. No entanto, tal avaliação requererá pessoal capacitado.
- Quase colisão com aves – Evento em que uma colisão foi marginalmente evitada pelo desvio da aeronave ou do animal. Quando nas operações ainda no solo, outros animais também deverão ser reportados.

Existem também requisitos mínimos para que o reporte seja válido e possa fazer parte do banco de dados nacional. De acordo com Atwell (2011), nos Estados Unidos, existem 10 informações consideradas essenciais para o reporte de eventos. No Brasil, tais requisitos são mais enxutos, devido ao menor nível de treinamento e, por conseguinte, de conhecimento da comunidade aeronáutica sobre o assunto e também à inexistência de procedimentos sistematizados de coleta de amostras de material orgânico, a fim de identificar a espécie do animal colidido pela aeronave.

As informações fundamentais para remeter reportes de colisão, quase colisão e avistamentos de aves e outros animais são:

- Data e hora do evento (ou, na falta desse, em que a carcaça/marca de impacto do animal foi localizada – ver considerações a seguir);
- Aeródromo em cuja AGRA ocorreu o evento (ou em que foi identificado);
- Fase do voo em que ocorreu o evento (ou em que a carcaça/marca de impacto do animal foi localizada – ver considerações a seguir);
- Endereço eletrônico (e-mail) do relator (possibilitando que esse receba cópia automática do reporte enviado, se enviado pelo SIGRA, e, eventualmente, seja contatado para esclarecer dúvidas existentes no mesmo).

Segundo Begier et al (2009), em 20% das colisões registradas nos EUA, de 1990 a 2008, a carcaça do animal foi simplesmente encontrada no lado ar dos aeródromos, sem qualquer tipo de reporte pela tripulação. No Brasil, tal situação também é bastante comum, comprovando o fato das tripulações nem mesmo percebem boa parte dos eventos, ou seja, nem sempre as informações sobre a aeronave serão conhecidas. Portanto, a falta dessas informações não pode limitar o envio do reporte. Ocorre também,

rotineiramente, dos mantenedores identificarem nas aeronaves, durante os serviços realizados entre cada pouso e cada decolagem – a chamada inspeção de trânsito ou intervioo, os resíduos orgânicos dos animais – ou seja, não é sabido quando e onde ocorreu de fato a colisão, desde a última inspeção realizada no aeródromo anterior.

A fim de evitar essas distorções, foram criadas as opções a seguir, possibilitando, através do campo “fase de voo” da Cenipa 15, o registro de todas as ocorrências de colisão de aeronaves com animais. São elas:

- Revisão de pista – qualificada quando o animal foi encontrado morto, sem reporte por tripulação. Normalmente usada pelo operador aeroportuário.
- Intervoo / inspeção de trânsito – qualificada quando o animal, ou indícios seus, foram identificados em alguma parte da aeronave durante o intervioo ou inspeção de trânsito, sem reporte pela tripulação. Normalmente usada pela equipe de manutenção.

Então, colisões identificadas durante a inspeção de trânsito ou intervioo, sem que a tripulação tenha condições de precisar o momento em que ocorreram, não devem ser imputadas a nenhum aeródromo, a fim de evitar interferências na análise do risco aviário naquele local.

3.1 O REPORTE AUTOMÁTICO PELO WEBSITE DO CENIPA – MÉTODO PREFERENCIAL

Com o objetivo de simplificar, acelerar e estimular o envio de informações de interesse para o gerenciamento do risco aviário e fauna no Brasil, o Cenipa desenvolveu um meio acessível de preencher, enviar e, posteriormente, consultar os reportes corrigidos de colisões, quase colisões e avistamentos. Essa ferramenta foi denominada Sistema de Gerenciamento de Risco Aviário – SIGRA, mas se constitui em somente um dos meios indispensáveis à coleta de dados, não eximindo o operador aeroportuário de realizar censos de presença de animais nas áreas de interesse em cada aeródromo e no seu entorno.

No desenvolvimento do SIGRA se buscou obedecer ao critério de que as pessoas normalmente têm preguiça e não usarão sistemas de reporte que exigem muito esforço da parte delas (WELLS & RODRIGUES, 2003). Sabidamente, a ficha Cenipa 15 é extensa, mas há que se considerar a grande complexidade envolta no gerenciamento do risco aviário, o que exige diversas informações oriundas de diferentes atores, como será exemplificado mais adiante.

Para enviar um reporte através do SIGRA, o usuário deverá ir a um dos *websites* do Cenipa e selecionar uma das opções “Risco Aviário – Reporte sua colisão” ou “Risco Aviário – Reporte sua quase colisão ou avistamentos”.

A Cenipa 15 será aberta na tela e suas instruções de preenchimento devem ser acessadas através da opção “Como preencher?” mostrada em vermelho no topo do formulário. A consulta a essas instruções é indispensável à melhoria da qualidade da informação recebida, e essa, por sua vez, é fundamental ao gerenciamento do risco aviário.

Não se deve utilizar o campo “Observações adicionais” para informar dados que podem ser registrados em outros locais, pois isso dificulta a revisão e a aprovação do reporte. Deve-se utilizá-lo para informar sobre opções que não constem nas listagens existentes, como por exemplo, quando o operador da aeronave ou a espécie colidida não estejam nas respectivas listas.

As informações fundamentais descritas anteriormente (data e hora, aeródromo, fase do voo e endereço eletrônico) devem ser fornecidas para que ocorra o envio da informação pelo SIGRA.

A opção “Registrar!” deve ser utilizada para enviar o reporte.

A cópia automática endereçada ao emissor viabilizará o registro da informação se desejado, bem como possibilitará que sejam anexadas fotografias que mostrem danos consideráveis à aeronave ou que possibilitem a identificação do tipo de animal envolvido no evento. A Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária – Infraero, por exemplo, mantém um grupo de biólogos que faz esse tipo de identificação de espécie, condicionada à integridade da carcaça e à qualidade das fotografias enviadas.

Tendo em vista que, em 2011, foram recebidos 1523 reportes válidos de colisões, 368 de quase colisões e 1139 de avistamentos (BRASIL, 2012a), a introdução do SIGRA aparenta ter estimulado ao reporte de ocorrências. No entanto, há que ter em mente que a melhoria na qualidade de cada reporte é tão importante quanto o aumento numérico deles, pois um banco de dados não confiável só gera trabalho desnecessário e conclusões incorretas. E isso aumenta muito a responsabilidade do Cenipa como detentor de um banco de dados aberto à consulta pela sociedade, que, de forma rápida e fácil pode ter acesso aos dados sobre o risco aviário no Brasil.

Todavia, o SIGRA não elimina a necessidade de manter os meios anteriormente utilizados para enviar s Cenipa 15, que continuam sendo recebidas pelo correio (ficha impressa) e também por mensagens eletrônicas (ficha em arquivo de texto). Essa

necessidade é comprovada pela observação do ocorrido nos EUA, que mesmo com sistema semelhante desde 2001, mas ainda receberam 22% dos reportes em formulários de papel em 2010 (BEGIER et al., 2012). Porém, há que se ter em mente que reportes enviados pelo SIGRA serão mais rapidamente verificados, corrigidos e aprovados. Possibilitando consulta mais rápida por todos os interessados.

Ainda será necessário algum tempo para que o SIGRA se torne amplamente conhecido, mas se pode concluir que o aumento de 52% nas colisões reportadas no último ano é sinal que a comunidade aeronáutica já identificou a facilidade de uso dessa ferramenta.

3.2 O REPORTE POR MENSAGEM ELETRÔNICA – MÉTODO ALTERNATIVO

Em uso desde a popularização da internet, na segunda metade da década de 90, o envio da Cenipa 15 anexa às mensagens eletrônicas dinamizou bastante o tráfego de reportes. No entanto, esse canal só possibilitava um sentido à informação, do relator ao banco de dados, inviabilizando a consulta que estimula à confecção de futuras fichas, em função da necessidade humana de perceber o efeito da ação realizada.

Além disso, uma dificuldade observada era a utilização de versões desatualizadas da Cenipa 15, que ignoravam informações importantes e solicitavam outras de menor valor. Afinal, devido à evolução natural do gerenciamento, diversas mudanças foram introduzidas nessa ferramenta de coleta.

A versão atualizada da Cenipa 15 fica disponível através da opção “Formulários”, no “Menu Principal” nos *websites* do Cenipa. Lá se pode efetuar o *download* do arquivo contendo o formulário e suas instruções de preenchimento. Após isso, deve-se preenchê-lo, salvá-lo e anexá-lo a uma mensagem eletrônica, que deve ser enviada a um dos endereços eletrônicos a seguir: riscoaviario@cenipa.aer.mil.br ou, pela *intraer* do Comaer, para riscoaviario@cenipa.intraer.

Todos que preferirem utilizar esse método de reporte devem realizar a atualização da ficha nos sítios do CENIPA, a fim de descontinuar o uso de versões antigas da Cenipa 15, que não continham alguns dos campos hoje existentes no SIGRA, o que geraria consultas com inúmeros campos sem quaisquer informações.

Todos os meios de reporte utilizam o mesmo formulário (Cenipa 15), porém, os dados recebidos pelo SIGRA serão aprovados para consulta mais facilmente. Essa consulta poderá ser feita através da opção “Risco Aviário – Faça sua Pesquisa”. O usuário

poderá selecionar diferentes opções, em função do tipo de dado que está procurando, a fim de obter informações relacionadas a esse risco que tem conduzido ao maior número de incidentes na aviação brasileira anualmente.

A qualquer tempo, registros incorretos identificados no banco de dados poderão ser corrigidos, bastando para isso que seja enviada mensagem eletrônica aos endereços citados anteriormente.

3.3 O REPORTE RECEBIDO DE MÚLTIPLAS FONTES – EXEMPLO HIPOTÉTICO

Devido às características atualmente encontradas no gerenciamento do risco aviário no país, o exemplo a seguir, apesar de hipotético, é completamente viável. O mesmo foi inserido para que seja percebido como pode ser difícil consolidar um único reporte, em função das informações corretas estarem dispersas entre diversos setores da indústria aeronáutica.

Passa-se então à descrição do exemplo: uma aeronave decolando do aeroporto A colide com uma ave, o que foi percebido através de odor característico vindo do sistema de ar condicionado, mas não são percebidas alterações de desempenho e de parâmetros de motor que justifiquem o retorno da mesma. A tripulação (TRIP) comandante informa a torre de controle (TWR) sobre o fato, essa por sua vez, informa ao operador aeroportuário (OA), que vai até o local e encontra a carcaça da ave. Ao pousar no aeroporto B, a tripulação informa o ocorrido à equipe de manutenção da empresa (EMA), que percebe indícios de material orgânico no motor esquerdo. Após inspeção, constatam-se danos que gerarão custos em peças de reposição (X) e em mão de obra (Y), além de outros como o tempo em que a aeronave ficará indisponível e a acomodação de passageiros, por exemplo.

A partir daí se questiona, quem fará uma Cenipa 15 dessa ocorrência?

Supondo-se a melhor situação possível, qual seja todos confeccionaram sua respectiva ficha corretamente, consultando as instruções de preenchimento, e a enviaram ao Cenipa. Nessa situação hipotética, o registro ideal seria proveniente de várias fontes, conforme é mostrado na Tabela 1. A última coluna mostra o emissor que, a priori, tem a informação mais precisa. No entanto, a consulta aos demais participantes é estimulada, tendo em vista que o registro no banco de dados ocorreria com maior precisão, situação ideal para o gerenciamento de um problema complexo como é o risco aviário. Tal consulta entre os diversos setores é fundamental, pois basta imaginar a dificuldade encontrada

pelos responsáveis pela inserção no banco de dados ao receberem diversos dados diferentes sobre o mesmo evento, sem saber qual deles é o mais preciso para efetuar o registro.

TABELA 1 – Hipótese de recebimento de dados para compor registro preciso

| Informação | Emissor |
|--|---------|
| Matrícula, aeronave (operador, fabricante e modelo), tipo de aviação, localização da colisão (coordenadas/radial distância, altura e velocidade), fase de voo (1), efeito no voo, aves ou animais(2), piloto alertado. | TRIP |
| Data, hora, indicativo ICAO(3), pista utilizada, condições do céu. | TWR |
| AGRA, aves ou animais (2). | OA |
| Parte atingida na aeronave, motor (fabricante e modelo), danos e prejuízos (4). | EMA |

Observações²

Com o envio das informações descritas, o registro no banco de dados seria bastante próximo da realidade. Obviamente, é sabido que não há banco de dados dessa magnitude com total de correção, em nenhum lugar do mundo. Especialmente porque Diversos eventos não serão percebidos por nenhum dos atores citados anteriormente. No entanto, isso não deve ser um motivo para deixar de buscar a excelência da informação enviada ao Cenipa.

² 1) Caso o evento só tivesse sido percebido pela equipe de manutenção no aeródromo B ou se somente a carcaça do animal fosse encontrada pelo operador do aeródromo A, sem qualquer tipo de reporte por outro ente (tripulação e torre de controle), um desses daria a informação mais acurada, a saber: EMA – intervioo / inspeção de trânsito (em B) ou OA – revisão de pista (em A). Nessas situações em que vestígio ou carcaça foi encontrado sem qualquer reporte, deve-se informar o horário em que esse foi encontrado.

2) No exemplo, a quantidade de animais avistados é impossível de ser determinada, já que o mesmo só foi percebido pela tripulação através do odor característico, enquanto a espécie envolvida pode ser conhecida pelo operador aeroportuário (em A), já que a carcaça foi recuperada. A análise genômica por ácido desoxirribonucleico (vulgo exame de DNA) é a ferramenta que diminuiria essa lacuna, pois envolveria a EMA naquelas colisões não percebidas pela tripulação nem pelo operador aeroportuário (carcaça caiu fora do aeródromo). Como também possibilitaria a identificação quando for encontrada somente massa orgânica disforme, que inviabiliza a identificação por fotografia.

3) O código ICAO do aeródromo também pode ser fornecido pela tripulação, se percebida a colisão. Ou ainda pelo operador aeroportuário, se encontrada a carcaça do animal ou recebida a informação de colisão através da TWR. Quando a equipe de manutenção da empresa identifica vestígios na inspeção de trânsito, o aeródromo da inspeção deve ser fornecido, mas essa colisão não deverá ser contabilizada para o gerenciamento do risco no local.

4) A existência de danos, decorrentes do evento, serão conhecidos rapidamente pelas equipes de manutenção. Já os custos diretos (X + Y) podem demandar algum tempo para serem contabilizados. Em ambos os casos, essa informação deverá ser enviada ao Cenipa, seja pelo setor de segurança de voo ou pela própria manutenção, bastando para isso enviar mensagem eletrônica com o valor e a identificação do evento (data e matrícula da aeronave). Estimula-se que os operadores de aeronaves mantenham registro dos custos indiretos de cada evento, mas a informação necessária ao SIGRA é aquela referente aos custos diretos somente.

Portanto, é necessária a ampla participação da comunidade aeronáutica, investindo no treinamento de seus componentes para reportar adequadamente, evitando que a perda de informações inviabilize a correção dos problemas identificados, fato já ocorrido em um município onde a falta de registros inviabilizou o fechamento do vazadouro de lixo a 6 km no alinhamento da pista do aeroporto. A construção de um banco de dados robusto é um processo que demanda tempo e dedicação. Para estimular tal dedicação, foi viabilizada a consulta aos dados registrados no SIGRA, a qualquer momento, através do *website* do Cenipa, pela seleção da opção “Faça a sua Pesquisa” ou diretamente, através do endereço eletrônico:

http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/sigra/pesquisa_dadosExt.php?pg=1.

4 OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

Segundo a ICAO (2006 apud MENDONÇA, 2008, p. 160, tradução nossa), “o reconhecimento de que uma cultura positiva de segurança de voo, gerada a partir do Comandante, Chefe ou Diretor criará a certeza nos colaboradores que eles terão apoio ao decidir em prol da segurança”. Isso se traduz em estímulo ao registro acurado de informações, o que beneficia a própria organização no caso de ocorrer acidente aeronáutico resultante de colisão ou quase colisão com aves e outros animais, pois como foi dito, mostra que esse risco não estava sendo ignorado.

Ainda conforme a ICAO (2009b), a identificação dos perigos é um dos processos fundamentais no gerenciamento da segurança operacional da aviação. Sabendo-se, por Cleary e Dolbeer (2005) que a maioria das colisões ocorre dentro da área patrimonial, todas as formas de coleta de informação que auxiliem na compreensão do perigo que aves e outros animais representam devem ser estimuladas, a fim de que o risco seja mensurado e seu gerenciamento eficazmente realizado.

Com essa avaliação única para cada aeródromo, o operador poderá iniciar o gerenciamento do risco aviário mantendo-o em níveis aceitáveis no sistema sob sua responsabilidade. Mas para executar essa árdua tarefa será necessário implantar outras formas de coleta de dados que possibilitem o desenvolvimento de ações eficientes e perenes de controle do risco aviário.

Segundo Brasil (2012b), em 2011, 46% das colisões reportadas envolveram espécies não identificadas, isso se deve ao fato de que é necessário recuperar a carcaça do animal para que sejam tomadas as fotografias. Porém, o que se observa muitas vezes

é a qualidade da fotografia acaba por inviabilizar a identificação. Isto é, deve-se investir no treinamento de pessoal para realizar adequadamente a tomada de fotografias daquelas carcaças que forem recuperadas, reduzindo a quantidade de animais não identificados colididos por aeronaves nos aeródromos.

A Infraero disponibiliza um guia que descreve passo a passo como deve ser feita essa ação, a fim de ampliar a probabilidade de identificar a espécie colidida, disponível em <http://www.infraero.gov.br/images/stories/guia/aves.pdf>. Resta somente divulgar e treinar pessoal para seguir as instruções contidas nesse guia.

Ainda nesse sentido é fundamental que seja desenvolvido processo de identificação de espécies (CLEARY; DOLBEER, 2005). Pois, dessa forma, identificar-se-ão as modificações que devem ser feitas no ambiente aeroportuário e em seu entorno, a fim de que aves e outros animais deixem de ser atraídos para as trajetórias das aeronaves, seja em voo ou no solo, em cada aeroporto.

No Brasil, em alguns eventos pontuais, foi realizada a identificação da espécie, sugerindo que algumas das envolvidas em colisões ainda são completamente ignoradas no incipiente processo de gerenciamento. A realização perene e eficiente do processo de identificação deve abranger os aeródromos públicos com voo regular de transporte de passageiros. Os operadores desses aeródromos devem treinar pessoal para realizar o procedimento de coleta de material orgânico, a qualquer tempo, prestando apoio ainda àquelas colisões identificadas pelas equipes de manutenção das companhias aéreas.

Tal processo deve incluir ainda a averiguação nas cenas de ação inicial de acidentes e incidentes aeronáuticos, para coletar possível material orgânico existente nas partes da aeronave acidentada, especialmente quando não houver testemunha do ocorrido. Como citado por *Dove, Dahlan e Heacker (2009)*, na descrição das técnicas usadas em um acidente com vítimas fatais, onde o processo de identificação incluiu o uso combinado de análise morfológica e microscópica de penas, além da análise genômica por ácido desoxirribonucleico (*barcoding*) para assistir à investigação. Sem tais análises esse acidente não poderia ter sido elucidado. A combinação dessas técnicas tem o objetivo de economizar recursos, já que só são executadas análises pelos métodos mais caros, caso os mais baratos não sejam conclusivos.

Tendo em vista que se deve atuar de modo proativo, e segundo *Wood (2003, p.107, tradução nossa)* “as consequências entre um quase acidente e um acidente são simplesmente questão de sorte”, basta que os fatores necessários ao risco aviário estejam presentes para atuar, sem ter que esperar que alguma variação na sequência de

eventos conduza a acidente com vítimas, devido à presença de animais na AGRA.

Percebida a validade de formar registros constantemente atualizados da presença de aves nos aeródromos, chega-se à conclusão que é necessário criar uma rotina de levantamento e de registro dos dados, através de vistorias periódicas na área patrimonial e na AGRA. Essa necessidade é comprovada por Cleary e Dolbeer (2005) ao afirmarem que sem dados consistentes em arquivo a respeito da presença e do nível de atividade dos animais é impossível avaliar a eficiência de qualquer programa de gerenciamento. As ações de mitigação em uso e as colisões, quase colisões e avistamentos também devem ser registradas com o mesmo objetivo.

Já a ICAO (2012) complementa, ao afirmar ser fundamental a designação formal, pelo operador aeroportuário, do responsável pelo programa de gerenciamento do risco aviário. E que devem ser criadas equipes para realizar as ações de modificação de habitat interno, bem como vistorias de presença de fauna e a aplicação de métodos de afugentamento passivos e ativos. Caso necessário, o abate controlado com arma de fogo deve ser usado para maximizar a eficiência de outros métodos. Tais equipes devem ser dimensionadas em relação ao tamanho da área a ser monitorada, bem como a quantidade de movimentos de aeronaves no aeroporto.

Segundo Australia (2010), as inspeções periódicas devem incluir:

- a) as condições das cercas do aeródromo, particularmente nas áreas críticas;
- b) as condições climáticas e sazonais, tais como a presença de aves em certas épocas do ano, ou relacionadas ao nível de lagoas de drenagem;
- c) abrigos criados pela infraestrutura do aeródromo, como prédios, equipamentos e outros tipos de poleiros;
- d) procedimentos de mitigação do risco incorporados nos procedimentos de gestão ambiental do aeródromo;
- e) atrativos fora do aeródromo, como: criadouros de animais, áreas de piquenique, estações de tratamento de esgoto, áreas de deposição de resíduos e aterros; e
- f) uso de procedimentos de afugentamento, quando apropriados.

Eventos potencialmente mais arriscados, como colisões em ambos os motores ou envolvendo bandos de aves, devem ter tais informações registradas de modo explícito, colaborando para o estabelecimento do gerenciamento da fauna nos aeródromos. Já que, segundo Estados Unidos (2004, p. 2, tradução nossa), cada operador aeroportuário deve assegurar que a avaliação de risco da presença de animais seja conduzida, caso algum dos eventos a seguir ocorra:

- 1) uma aeronave de transporte sofra colisão múltipla com animais;
- 2) uma aeronave de transporte sofra danos significativos em decorrência de ter colidido com animais. Para os efeitos desse parágrafo, são considerados danos significativos aqueles que afetem negativamente a estrutura, o desempenho ou características de voo da aeronave, requerendo grandes reparos ou substituição do componente afetado;
- 3) uma aeronave de transporte sofra ingestão de animal em um motor; ou
- 4) animal de porte, ou em quantidade, suficiente para causar algum dos eventos descritos anteriormente nessa seção é, ou são, observado (s) acessando a trajetória de voo ou a área de movimento de algum aeroporto.

Com a avaliação de risco, o operador determinará a execução do plano de gerenciamento de risco aviário, que deverá conter minimamente (ESTADOS UNIDOS, 2004, p. 3, tradução nossa):

- 1) lista dos indivíduos com autoridade e responsabilidade por executar cada parte do plano.
- 2) lista priorizando as ações identificadas na avaliação de risco, constando sua data de início e de término:
 - a) gerenciamento da população de animais,
 - b) modificação do ambiente, e
 - c) mudanças no uso do solo.

É fato que o operador não tem influência direta para realizar mudanças no uso do solo no entorno aeroportuário. Porém, é necessário que sejam identificados os focos atrativos, bem como seja quantificada a contribuição de cada um deles, dentro do risco global do aeródromo. Também é necessário que “programas de gerenciamento do risco aviário e fauna precisam ser constantemente avaliados para checar se os resultados esperados estão sendo alcançados, e se tais programas precisam ser modificados, estendidos, ou mesmo melhorados” (MENDONÇA, 2009, p. 165, tradução nossa). A realização dessas ações, pelo operador aeroportuário, é necessária para garantir a atualização do programa de gerenciamento, frente às características do risco aviário no local.

Mas como se pode avaliar o impacto das ações conduzidas em um plano de gerenciamento de risco aviário? Como comparar a situação atual de um aeródromo em relação há dois anos? Como definir um método que considere o crescimento da aviação no país?

Obviamente, o número de colisões não permite tal tipo de análise, já que estimularia à omissão dos eventos, levando à falsa sensação de redução do risco aviário no aeródromo.

Para atender tais necessidades, diversos métodos de avaliação de risco aviário têm sido desenvolvidos, sempre com o objetivo de facilitar e estandardizar todo o processo de gerenciamento, e com um ponto em comum – *a importância da coleta e da análise de dados*, ao se observar que:

A peça chave para conduzir a avaliação do risco é a informação. Mesmo sendo provável que nenhum reporte de colisão seja totalmente completo e correto, quanto mais informação melhor. Não é somente importante ter mais reportes de colisões, mas também reportes com as espécies identificadas. (TAN; SEARING; KENG, 2010, p. 5, tradução nossa).

Mas é preciso utilizar uma ferramenta adequada às características próprias encontradas no país. É nesse contexto que a Matriz de Risco Aviário (MARA) tem sido desenvolvida, com o objetivo de sanar a lacuna hoje existente, bem como aumentar a qualidade e a eficiência do gerenciamento desse risco nos aeródromos brasileiros.

Além dos usos já citados, a MARA viabilizará a determinação de eventos-gatilho, relacionados àquelas espécies que representam maior risco, potencializando as medidas de controle e tornando o gerenciamento do risco aviário mais proativo. Isso contribuirá para a economia de recursos, já que priorizará as ações dispersivas, que passarão a ser realizadas de modo customizado, frente às espécies que se apresentarem em cada aeródromo.

Tendo em vista que a infraestrutura aeroportuária é propriedade federal (BRASIL, 1988), o operador do aeródromo público poderá ainda utilizar a MARA para apontar ao Ministério Público Federal (MPF), a necessidade de correção das deficiências no entorno aeroportuário, quantificando àquele órgão como o uso inadequado do solo tem afetado a segurança na operação de aeronaves. Com a adoção deste procedimento de forma mais ampla, isto é, em mais aeródromos, aumentar-se-á a segurança no país como um todo.

Após ter sido identificada a importância da coleta de dados na contínua identificação dos perigos e também no gerenciamento dos riscos, a fim de reduzir e manter a probabilidade de danos pessoais e materiais em nível aceitável (ICAO, 2009). As práticas consagradas internacionalmente para o controle de fauna em aeródromos são mostradas, sumarizando vários dos procedimentos já comentados. Além disso, foram acrescentados alguns objetivos específicos identificados pelo autor, a fim de facilitar o entendimento e a implantação de cada prática nos aeródromos brasileiros.

5 MELHORES PRÁTICAS PARA CONTROLE DE CONTROLE DE ESPÉCIMES DA FAUNA EM AERÓDROMOS

O nível ideal de gerenciamento da presença de aves e outros animais em cada aeródromo certamente variará com o nível de risco que eles representam. Portanto, o primeiro passo no processo é coletar dados e analisá-los com isenção, considerando ainda os custos diretos que esse risco representa aos operadores. As práticas a seguir são fruto da experiência de diversos pesquisadores, mas, não encerram o assunto. Especialmente porque técnicas que servem em uma região podem ser inócuas em outras, em função da distribuição dos atrativos no entorno de cada aeroporto (ICAO, 2012).

TABELA 2 – Melhores práticas de gerenciamento de fauna em aeródromo e seus objetivos

| Procedimento Recomendado | Objetivos práticos identificados pelo autor |
|--|---|
| Nomear membro da alta administração como responsável por implantar e por supervisionar o Plano de Gerenciamento de Risco Aviário do Aeródromo (PGRAA). | Garantir o funcionamento real do PGRAA, através da designação de equipes com pessoal dedicado a essa tarefa. As equipes responsáveis pela execução do PGRAA deverão ser adequadas ao tamanho da área patrimonial, bem como aos movimentos do aeródromo. |
| Localizar os focos atrativos de animais na área patrimonial, priorizando os que atraíam as espécies mais perigosas. | Identificar focos atrativos para cada espécie presente na área patrimonial. Comparar e ordenar as espécies de acordo com o grau de risco que representam. Eliminar os focos atrativos de fauna na área operacional, impedindo permanentemente o acesso a eles, quando a ação anterior não for viável. Aplicar medidas de controle ativo de animais. Registrar e manter em arquivo todos os procedimentos adotados e os resultados alcançados, incluindo treinamentos e cursos realizados pelas equipes. |
| Equipe de gerenciamento de risco aviário e fauna, treinada e equipada, deverá realizar dispersão de animais antes de cada movimento. | Realizar dispersão de animais antes de cada movimento, caso esses ocorram em intervalos menores que 5 minutos, as equipes deverão atuar constantemente no período diurno. Durante sua atuação, as equipes não devem ter outras responsabilidades. À noite, as equipes deverão verificar regularmente a área de movimentos, dispersando animais quando necessário. |
| A equipe de gerenciamento deverá dispor de equipamentos de dispersão adequados à área de atuação e aos tipos e quantidade de animais a dispersar. | Utilizar as técnicas apropriadas, com segurança e eficiência, a fim de maximizar sua capacidade, economizando recursos da administração aeroportuária e mantendo o risco aviário e fauna em níveis aceitáveis. |
| Continuação | |

| Procedimento Recomendado | Objetivos práticos identificados pelo autor |
|--|--|
| A equipe deverá vistoriar a área patrimonial e registrar a presença de fauna a cada 30 minutos, em aeroportos com intervalo maior entre os movimentos, a cada vistoria deverá ser gerado um registro do censo de fauna. | Formar e manter registros com quantidade de espécimes ajudará na avaliação do PGRAA, justificando os recursos nele investidos. Cada registro deve conter, no mínimo: as áreas vistoriadas, a quantidade, a localização e as espécies avistadas, as ações dispersivas aplicadas e seus resultados, além das condições meteorológicas no período do registro. |
| As colisões devem ser classificadas em: confirmadas, não confirmadas (sem evidência física encontrada) e incidentes graves (presença de animais afeta a operação). | Garantir o reporte de eventos, mesmo que não exista a colisão propriamente dita, como, por exemplo, uma rejeição de decolagem com fogo na aeronave. Aplicar medidas de controle se as condições de risco estiverem presentes, sem aguardar resultados negativos para iniciá-las. |
| Os operadores aeroportuários devem garantir que todas as colisões com aves e outros animais sejam reportadas rapidamente. Colisões NUNCA deverão ser usadas como medida de eficiência de PGRAA. Órgão nacional deve remeter anualmente os dados de colisões à OACI. | Maximizar a quantidade e a qualidade dos reportes, através do treinamento de pessoal nos aeroportos (operador e torre de controle) e nas empresas aéreas (tripulantes e mantenedores). Identificar os fatores que influenciam no gerenciamento do risco aviário e fauna no aeródromo, executando medidas passivas e ativas para mitigar o risco. |
| Os operadores aeroportuários deverão realizar avaliação formal de risco aviário e fauna em intervalos regulares, de preferência anualmente. | Avaliar o risco aviário e fauna no aeródromo possibilitará quantificar cada um dos focos atrativos na área patrimonial e na AGRA. Avaliar de forma padronizada conduzirá a criação de jurisprudência, conduzindo à maior eficiência na redução dos focos atrativos extramuros. |
| Os operadores aeroportuários deverão inventariar os focos atrativos localizados em até 13 km de distância do aeródromo, conforme orientação da OACI. Especial ênfase deve ser dada aos focos mais próximos e nas trajetórias de aproximação e de decolagem do aeroporto. | Manter panorama atualizado sobre o ambiente do entorno aeroportuário possibilitará maximizar a avaliação de risco, antecipando ações de mitigação. Informar à administração municipal sobre o aparecimento de focos que devem ser eliminados o quanto antes e, caso negativo, informar ao Ministério Público Federal sobre condições que produzirão o aumento do risco aviário e fauna no aeródromo. |

Fonte: traduzido e adaptado de ICAO, 2012.

Após abordar como a informação permeia todas as fases do gerenciamento do risco aviário, ratificadas pelas práticas acima resumidas. À continuação, são feitas recomendações do autor a diversos setores da indústria de aviação brasileira, a fim e contribuir no desenvolvimento de procedimentos eficazes e perenes para mitigar o risco aviário e fauna.

6 RECOMENDAÇÕES

Após verificar as informações anteriores, passa a ser necessário sugerir ações que contribuam para o gerenciamento proativo do risco aviário. Assim sendo, recomenda-se, à Agência Nacional de Aviação Civil, a emissão de regulamentos contendo requisitos mais detalhados para o gerenciamento do risco aviário, semelhantes aos adotados por outras autoridades de aviação civil, como a *Civil Aviation Safety Authority* (Austrália), a *Federal Aviation Administration* (Estados Unidos), o *Transport Canada* (Canadá), bem como as informações disponíveis no *International Bird Strike Committee* e na própria *International Civil Aviation Organization*. Essa recomendação tem o objetivo de estimular o desenvolvimento e a aplicação de técnicas de controle da presença de aves e outros animais nos aeródromos brasileiros.

Ao Cenipa se recomenda que exerça controle eficaz sobre os dados recebidos através da Ficha 15, através da cobrança de informações junto aos respectivos emissores, minimizando os erros e as omissões de informações registradas no SIGRA. Essa recomendação se destina a aumentar a confiabilidade no banco de dados de risco aviário, e, por conseguinte, estimular o fluxo de informação que contribuirá para criar sinergia no seu gerenciamento.

Ao Conselho Nacional de Meio Ambiente se recomenda que emita normativa que oriente todos os seus membros sobre a influência das atividades antrópicas atrativas de aves que criam riscos à Aviação Brasileira, ratificando a importância das consultas recebidas para implantação, renovação e ampliação de atividades que possam ter as características anteriormente descritas, até a distância de vinte quilômetros de qualquer aeródromo público ou militar, bem como requeiram do empreendedor o devido parecer, oriundo do Comando Aéreo Regional responsável pela área onde se situa o aeródromo.

Aos Operadores Aeroportuários se recomenda que criem equipes dedicadas de gerenciamento do risco aviário nos aeródromos prioritários previstos no Plano Básico de Gerenciamento do Risco Aviário, publicado no Diário Oficial da União nº 87, de 09 de maio de 2011, a fim de que seja possível realizar as ações de modificação de ambiente interno, dispersão passiva e ativa, contribuindo para a redução da presença de aves e outros animais naqueles locais, e, por conseguinte, do risco aviário no respectivo aeródromo. E ainda que providenciem treinamento de seus funcionários, com vistas à melhoria da qualidade do reporte de ocorrências através da Ficha Cenipa 15.

Aos Operadores de Aeronaves se recomenda que providenciem treinamento de

seus funcionários, com vistas à melhoria da qualidade do reporte de ocorrências através da Ficha Cenipa 15.

7 CONCLUSÃO

O gerenciamento do risco aviário não é uma necessidade recente, fato comprovado pelos acidentes com vítimas fatais ocorridos durante todo o desenvolvimento da aviação. O IBSC realiza encontros e mantém registros de trabalhos há mais de 40 anos.

Enquanto isso, no Brasil, os reportes têm sido registrados desde 1986, mas ainda necessitam evoluir, especialmente em termos de qualidade. E como já visto, o registro de informações é fundamental para o risco aviário, especialmente porque as correções fora do sítio aeroportuário dependem da mobilização de outros entes, que normalmente, tendem a negar sua responsabilidade sobre o risco gerado pelas atividades atrativas sobre as quais são responsáveis.

Já o gerenciamento do risco deve evoluir, adotando-se procedimentos perenes que reduzam o risco ao menor índice praticável, através do uso de técnicas consagradas, adequadas à realidade de cada aeródromo e do país.

A qualidade da informação é requisito básico que permeia todas as organizações, exigindo delas treinamento continuado, visando à quebra do paradigma de que não há porque reportar eventos envolvendo a fauna, pois nada é realizado no sentido de gerenciar esse risco. Quando, na verdade, é a falta de informações sólidas que tem inviabilizado procedimentos corretivos.

Somente através de processos estáveis, organizados e amplamente difundidos será possível utilizar todos os benefícios da informação. Dentre eles, a adequação dos fatores atrativos no entorno dos aeródromos, mesmo que contando com a participação de entes como o MPF, na adequação daquelas atividades que têm exercido impacto negativo na atividade aeronáutica no país. Mas, para tanto, a indústria brasileira de aviação deve trilhar o caminho da valorização da informação, corretamente gerada, devidamente registrada e atualizada, criando condições irrefutáveis que comprovem o risco gerado no entorno dos aeródromos brasileiros.

THE VALUE OF DATA FOR BIRD STRIKE RISK MANAGEMENT

ABSTRACT: This paper aims to clarify the importance of data in bird strike risk management. Firstly, it shows that it is essential to collect data when dealing with this risk in a way that highlights the unique risks at each aerodrome. Secondly, it prioritizes off-airport areas of greatest interest and identifies the roles and responsibilities of appropriate authorities. Thirdly, it highlights the critical importance of comprehensive bird strike reporting, including near misses and sightings of hazardous birds and other fauna species. The bird / fauna strike report form (Cenipa 15 form) is identified as the best way to feed national strike databank, and available means for using and submitting this form are presented here. Fourthly, a hypothetical strike scenario is used to show how data might converge from different sources to create a reliable databank. Furthermore, other sources of data are identified to ensure comprehensive reporting allowing for more proactive risk management process. Finally, best recommended practices, recently authorized by the International Civil Aviation Organization, are reviewed and their objectives are identified by the author. The work finishes by addressing recommended actions to contribute for efficient and permanent bird & fauna risk management both at individual aerodromes and on a national scale.

KEY WORDS: Databank. Bird Strike. Report Form (Cenipa 15 Form).

REFERÊNCIAS

ATWELL, N. Aviation Wildlife Management. In: ACI SMALL AIRPORTS ENVIRONMENTAL AFFAIRS CONFERENCE, 2011. Cincinnati. **Anais...** Cincinnati: ACI, 2011.

AUSTRALIA. Civil Aviation Safety Authority. **Manual of Standards Part 139: Aerodromes**. 2010. Canberra: CASA, 2010.

BEGIER, M. J. et al. **Wildlife Strikes to Civil Aircraft in United States 1990-2008**. US Department of Transportation / US Department of Agriculture. 2009.

_____. **Wildlife Strikes to Civil Aircraft in United States 1990-2010**. US Department of Transportation / US Department of Agriculture. 2012.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **Plano Básico de Gerenciamento do Risco Aviário: PCA 3-2**. Brasília: CENIPA, 2011a.

_____. **Sistema de Gerenciamento de Risco Aviário: banco de dados**. 2012. Disponível em: <http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/sigra/pesquisa_dadosExt.php?pg=1>. Acesso em: 29 mar. 2012a.

_____. **Estatísticas: Risco Aviário 2011**. 2012. Disponível em: <http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/Anexos/article/21/Risco_Aviario_2011.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2012b.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**: promulgada em 5 de outubro de 1988. Brasília: Senado, 1988.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portal da Saúde**. Profissional e Gestor. Prevenção. 2011b. Disponível em: <http://portal.saude.gov.br/portal/saude/visualizar_texto.cfm?idtxt=23624&janela=1>. Acesso em: 14 set. 2011.

CLEARY, E. C.; DOLBEER, R. A. **Wildlife hazard management at airports: a manual for airport personnel**. 2. ed. Washington, DC: FAA/US Department of Agriculture, 2005.

DOVE, C.; DAHLAN, N. F.; HEACKER, M. Forensic bird-strike identification techniques used in an accident investigation at Wiley Post Airport, Oklahoma, 2008. **Human-Wildlife Conflicts**, v.3, n.2, p.179-185. 2009.

ESTADOS UNIDOS. Federal Aviation Administration. **Wildlife Hazard Management (14 CFR 139.337)**. Washington, DC., 2004.

INTERNATIONAL BIRD STRIKE COMMITTEE. **Best Practices Guides. Recommended Practices n.1: standards for Aerodromes Bird/Wildlife Control**. 2006. Disponível em: <http://www.int-birdstrike.org/Standards_for_Aerodrome_bird_wildlife%20control.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2011.

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

_____. **Annex 14**. Volume I. Aerodrome Design and Operations. 4.ed. Montreal: ICAO, 2004.

_____. **Annex 14**. Volume I. Aerodrome Design and Operations. 5.ed.. Montreal: ICAO, 2009a.

_____. **Safety Management Manual (DOC 9859-AN/474)**. 2. ed. Montreal: ICAO, 2009b.

_____. **Airport services manual: wildlife control and reduction (DOC 9137-AN/898 Part 3)**. 4. ed. Montreal: ICAO, 2012.

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

_____. Gerenciamento do Perigo Aviário em Aeroportos. **Revista Conexão SIPAER**, v. 1, n. 1, nov. 2009.

OLIVEIRA, H. R. B. O Perigo da Fauna no Brasil. In: SIMPÓSIO DE SEGURANÇA DE AVIAÇÃO DA MARINHA E OPERAÇÕES AÉREAS "OFFSHORE", 21., 2009, Búzios. **Anais...** Búzios, 2009.

TAN, A.; SEARING, G.; KENG, W. L. A Risk-Based Approach Towards Setting Wildlife Strike Alert Levels. In: INTERNATIONAL BIRD STRIKE COMMITTEE MEETING, 29., 2010, Cairns. **Proceedings...** Cairns: IBSC, 2010.

TRANSPORT CANADA. **Sharing the Skies: an Aviation Industry Guide to the Management of Wildlife Hazards (TP 13549E)**. 2. ed. Ottawa: Transport Canada, 2001.

WELLS, A. T.; RODRIGUES, C. C. **Commercial Aviation Safety**. 4. ed. Hightstown: McGraw-Hill. 2003.

WOOD, R. H. **Aviation safety programs: a management handbook**. 3. ed. Englewood: Jeppesen Sanderson. 2003.

RISCO AVIÁRIO E RESÍDUO SÓLIDO URBANO: A RESPONSABILIDADE DO PODER PÚBLICO MUNICIPAL E AS PERSPECTIVAS FUTURAS

Henrique Rubens Balta de Oliveira¹

Fernando de Oliveira Pontes²

Artigo submetido em: 12/04/2012

Aceito para publicação em: 05/05/2012

RESUMO: Este estudo apresenta a relação de dependência entre o risco aviário e a oferta de material orgânico nas cidades-sede dos principais aeroportos brasileiros. Inicialmente, caracterizou-se o risco aviário, mostrando por que esse é motivo de preocupação na aviação mundial, o que gerou iniciativas nacionais, que culminaram com a emissão do Plano Básico de Gerenciamento do Risco Aviário. Em seguida, foi visto como se deu a evolução no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos ao longo das três últimas décadas, quando vantagens adicionais de seu manejo adequado ficam evidentes para o enfrentamento de outras mazelas existentes nas grandes cidades. A continuação foi abordada, por breve revisão bibliográfica, a responsabilidade civil na relação *lixo exposto – aviação*, reforçando-se o nexo de causalidade, à primeira vista inexistente. Por último, foi traçada visão prospectiva de como a indústria aeronáutica nacional, agindo de forma adequada, demandará mudanças aos municípios no sentido de cumprirem sua função social, contribuindo para mitigar o risco aviário no Brasil.

PALAVRAS-CHAVE: Gerenciamento do Risco Aviário. Resíduos Sólidos Urbanos. Responsabilidade Civil.

1 INTRODUÇÃO

As pistas da maioria dos grandes aeroportos brasileiros foram construídas há mais de quarenta anos (INFRAERO, 2011a), em locais, à época, distantes dos centros urbanos e de seus moradores. Na década de 70, o Brasil apresentava uma população correspondente à metade da atual (IBGE, 2004), a relação entre os resíduos sólidos nas cidades e a aviação ainda não havia sido identificada, mas já havia dois acidentes fatais registrados, no Rio de Janeiro e em Guaratinguetá, em consequência de colisões de aeronaves militares com aves comumente atraídas por material orgânico, ambos ocorridos no ano de 1962 (BRASIL, 2011a).

Desde essa época, as cidades têm aumentado de tamanho sem muito planejamento, acabando por situar a maioria dos aeroportos do país. Em alguns casos, chegou-se ao ponto das comunidades, instaladas posteriormente aos aeroportos, passarem a reivindicar e inclusive obter decisões judiciais que restringem a operação

¹ Curso de Oficial de Segurança de Voo – Cenipa 1996; Mestrando em Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade Continuada (MP-Safety) no Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA). Coordenador da Comissão de Controle do Perigo Aviário no Brasil – 2009/2011. henrique.poker@yahoo.com.br.

² Doutor em Direito; Professor convidado no Mestrado em Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade Continuada (MP-Safety) no ITA; Professor de cursos do MBA da FGV; Coordenador do Curso de Direito da Unigranrio; Advogado e autor de artigos de Direito Aeronáutico e Internacional. fernandorj@globocom.com.

aeroportuária, comprometendo a viabilidade econômica em um setor de extrema competitividade e importância para o desenvolvimento nacional, devido originariamente à expansão descontrolada das cidades. Como dito por Jatene (2007, p. 83) “[...] se promoveu uma urbanização rápida e completamente equivocada, colocando grandes massas de população a morar em áreas onde os serviços essenciais e a infraestrutura não existiam, criando problemas futuros”.

A importância do assunto é ratificada por sua inclusão em diversos textos relevantes, como a Constituição Federal (CF) de 1988, que obriga os municípios a planejar e controlar o uso e a ocupação do solo urbano, ordenando o pleno desenvolvimento das funções sociais das cidades, a fim de que seja garantido o bem-estar dos seus habitantes. O instrumento básico para controlar o desenvolvimento e a expansão urbana é o plano diretor, que deverá existir em todos os municípios com mais de vinte mil habitantes (BRASIL, 1988).

A partir dos anos 90 a preocupação ecológica motivou a aprovação de diversas normas legais, como as Resoluções nº 04/95 e 237/97, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). A primeira delas versou especificamente sobre questões relacionadas à aviação brasileira, criando a Área de Segurança Aeroportuária (ASA). Essa iniciativa teve forte participação do Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (Cenipa). Em 1998, foi promulgada a Lei nº 9.605, que dispôs sobre atividades lesivas ao meio ambiente, prevendo pena de reclusão aos que lançassem resíduos sólidos em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou regulamentos (BRASIL, 1998).

A partir do ano 2000 novos preceitos legais se tornaram realidade na área ambiental, ratificando a preocupação da década anterior. Dentre todos, destacam-se a Lei 10.257, que regulamentou o artigo 182 da CF88, a fim de evitar a proximidade de usos incompatíveis ou inconvenientes, ou ainda o uso excessivo ou inadequado em relação à infraestrutura urbana, a poluição e a degradação ambiental, bem como reforçou a importância do plano diretor (BRASIL, 2001).

Na mesma linha de ação, em 2007, a Lei 11.445 estabeleceu as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB). Essa política veio a ser instituída a posteriori, através da Lei 12.305, que também ratificou a validade das Normas do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Sinmetro), que inclui as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), especialmente importante na abordagem desse trabalho, como será

visto à frente. E ainda a Resolução Conama 404/08, que trouxe nova definição ao termo resíduo sólido urbano (RSU).

No entanto, a baixa capacidade de fiscalizar esses processos, associada, por vezes, a interesses políticos, ainda permite distorções como o exemplo anteriormente mencionado, ocorrido há poucos anos.

Já a aviação, desde 1970 tem evoluído significativamente com aeronaves cada vez mais rápidas, silenciosas, confortáveis e acessíveis à população. Especialmente nos últimos anos, quando o Brasil vem experimentando um período de estabilidade econômica, observa-se significativo acréscimo do número de voos comerciais. Segundo os registros da Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária – Infraero (2011b), nos últimos cinco anos, os movimentos aéreos cresceram 49,69% no país.

Dessa maneira, a maior quantidade de voos e o maior número de aeroportos circundados por cidades em crescimento espontâneo têm contribuído para o aumento da situação anormal mais recorrente na aviação – a colisão entre aeronaves e aves ou outros animais. Essa situação cria o *risco aviário*. Isto é, o risco decorrente do uso concomitante do mesmo espaço, no ar e no solo, por aeronaves e aves ou outros animais (BRASIL, 2011b).

2 O RISCO AVIÁRIO NO BRASIL

Esse tipo de risco é, na verdade, muito mais antigo, pois segundo o *Bird Strike Committee-USA – BSC-USA* (2008), em 7 de setembro de 1905, um dos irmãos *Wright* propositalmente perseguiu e acertou uma ave. Com o aumento da velocidade e do uso de material composto nas aeronaves, cada vez mais as tripulações evitam qualquer tipo de aproximação de aves atualmente, devido aos danos gerados em colisões. Essas colisões são denominadas na Língua Inglesa como *bird strikes*. No Brasil, porém, ainda havia necessidade de definir o evento colisão com ave de modo claro e completo, o que foi feito recentemente através do Plano Básico de Gerenciamento de Risco Aviário (PBGRA).

Devido à ocorrência de colisões de aeronaves com outros tipos de animais, no solo e em voo – como, por exemplo, cães e morcegos, respectivamente, a definição engloba ambas as possibilidades tratadas de igual forma pela indústria da aviação. Desse modo, tem-se, de acordo com Brasil (2011b, p. 8), que:

Colisão com ave é o evento em que ocorre uma das situações descritas a seguir:
Piloto reporta ter colidido com uma ou mais aves;

Pessoal de manutenção identifica danos em aeronaves e se houver restos de material orgânico;
Pessoal de solo reporta que visualizou impacto de aeronave com animal (is);
Carcaça(s) de animal (is) for (em) localizada (s) em até 20 metros das laterais de uma pista de pouso ou de táxi;
Ou em pontos situados até 50 metros das cabeceiras de uma pista de pouso;
Ou a presença de animal (is) na área de movimento do aeródromo exercer efeito significativo sobre a operação das aeronaves, como, por exemplo, uma abortiva da decolagem ou a saída da aeronave pelas laterais ou cabeceiras da pista.

Em 2011, foram registradas quase 1500 colisões de aeronaves com aves e outros animais no país (BRASIL, 2012). Contudo, mesmo nos Estados Unidos, com maior conhecimento da comunidade aeronáutica a respeito desse tipo de risco “[...] se estima que apenas 20% das colisões são reportadas” (WRIGHT, 2008, tradução nossa).

O PBGRA continua esclarecendo que, se houver outro motivo para a morte do animal, avaliado por profissional qualificado, essa não deverá ser considerada colisão com aeronave e que, mesmo pequenos mamíferos na área de manobras são fatores de preocupação, devendo ser capturados, se vivos, ou recolhidos, se mortos, de forma expedita, a fim de evitar que aves sejam atraídas para o local, fato que ocorre rapidamente (BRASIL, 2011b).

É fundamental observar que o PBGRA foi uma iniciativa do Ministério da Defesa, com o intuito de gerenciar eficazmente o risco aviário. Para tanto, o Comando da Aeronáutica (Comaer) foi encarregado de redigir o plano, seguindo a determinação de dividir as funções de gerenciamento do risco aviário com a Agência Nacional de Aviação Civil (Anac). A emissão do PBGRA ocorreu no dia 09 de maio de 2011, através do Diário Oficial da União nº 87.

Desde essa data, equipes dos Serviços Regionais de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (Seripa) têm realizado, sob a coordenação do Cenipa, o levantamento dos focos atrativos no entorno dos aeroportos tidos como prioritários, enviando relatórios descritivos da situação encontrada à Anac. Essa, por sua vez, foi incumbida de informar oficialmente às respectivas prefeituras sobre os problemas detectados, para que sejam tomadas medidas que reduzam a atração de aves para o entorno de cada um desses aeroportos. Ressalta-se que a função de fiscalização do crescimento urbano e da adequação das atividades humanas, zelando pelo bem estar da população, já foi anteriormente atribuída através da CF88 ao poder público municipal.

O levantamento dos focos atrativos tem sido realizado em até 9 quilômetros de distância dos aeródromos considerados como prioritários, porém, todos os focos atrativos dentro da Área de Gerenciamento do Risco Aviário (Agra) devem ser controlados pelos

responsáveis. A Agra é definida como a “área circular com centro no ponto médio da pista do aeródromo e raio de 20 km” (BRASIL, 2011b, p. 7). Essa distância foi definida em função de que 94% das colisões com aves ocorrem dentro dessa distância dos aeródromos (OLIVEIRA, 2009).

As informações dos focos atrativos no entorno de cada aeródromo prioritário são compiladas no relatório descritivo daquele aeródromo. Da observação de alguns desses relatórios se verificam fotografias de vários locais denominados como aterros onde existe grande acúmulo de resíduos sólidos a céu aberto, o que torna impossível a realização do recobrimento diário com material inerte, condição que caracteriza esses tipos de empreendimento. Tal fato pode ser verificado inclusive em imagens disponíveis através de programas livres na internet, tamanha a extensão das frentes de trabalho sem qualquer recobrimento regular dos resíduos. Outro fato corriqueiramente relatado nesses é a deficiência dos serviços de coleta de RSU, deixando grande quantidade de material exposto nas áreas próximas dos aeródromos pesquisados.

No Brasil, segundo Jardim e Wells (1995), em média, 65% dos resíduos sólidos domiciliares é composto de matéria orgânica. Isto é, alimento em abundância, que atrai as aves, estimula seu crescimento populacional, causando desequilíbrio ambiental e aumentando a probabilidade de colisões com aeronaves. Desse modo, é óbvia a compreensão de que, sendo o alimento uma das necessidades básicas de todos os seres humanos, esse fator exerça grande poder de atração sobre as aves, que à sua busca se deslocam facilmente no espaço aéreo, cortando as trajetórias de voo das aeronaves, levando à ocorrência de colisões.

Obviamente, é mandatário ratificar que, no caso dos animais que não possuem a capacidade de voar, o controle do mesmo está intimamente ligado à garantia do isolamento adequado entre as áreas de movimento de aeronaves e as áreas circunvizinhas aos aeródromos. Isto é, cercas operacionais e patrimoniais adequadas devem ser mantidas permanentemente em bom estado de conservação. Já no caso dos animais que têm a capacidade de voar, o controle do risco aviário se reveste de maior complexidade, já que todas as aeronaves necessitam decolar e pousar. Begier et al. (2012) afirmam que, enquanto as aeronaves estão abaixo de 3.500 pés de altura, acontecem 92% das colisões. Nessa fase de operação as aeronaves estão sobrevoando áreas sob a responsabilidade dos municípios do entorno, já que, em termos genéricos, a colisão é considerada no aeródromo quando ocorre abaixo de 200 pés na aproximação final e até 500 pés na decolagem (ICAO, 1991).

Mas por que seriam tais colisões tão significativas, em se tratando de pequenas aves e aeronaves cada vez maiores? Acontece que, em consequência da velocidade dessas últimas, a energia de impacto sobre suas estruturas é de tamanha magnitude, que, se fossem reforçadas para suportar tais impactos, não voariam, pois seu peso seria proibitivo. Por tal motivo, as aeronaves são projetadas e construídas para suportar impactos com aves menores, mas tanto aves de maior peso quanto grande quantidade de aves leves podem infligir danos que venham a causar acidentes aeronáuticos, como o pouso da aeronave no Rio Hudson, em 15 de janeiro de 2009.

Segundo Eschenfelder (2005), tal energia pode ser calculada através da equação a seguir:

$$E = 1/2 mv^2 \quad m - \text{massa da ave} / v - \text{velocidade da aeronave}$$

FÓRMULA 1 – Energia de impacto em colisões de aeronaves com aves

Traduzindo em números, têm-se os valores abaixo, no caso de colisão com uma ave com o mesmo peso das três das espécies de urubus mais abundantes no Brasil (SIGRIST, 2009).

TABELA 1 – Energia de impacto com ave de 1,8 kg

| Velocidade da aeronave (kt) | Energia de impacto (kgf) |
|-----------------------------|--------------------------|
| 140 | 5.440 |
| 250 | 17.230 |
| 400 | 45.360 |

Fonte: TRANSPORT CANADA, 2001.

Como afirma Thorpe (2010), acredita-se terem ocorrido 54 acidentes com fatalidades em consequência de colisões com aves na *aviação civil mundial*, causando a morte de 276 pessoas e a destruição de 108 aeronaves. O número de vítimas mortas envolvendo aeronaves militares em diversos casos se constitui em informação reservada, especialmente durante conflitos.

Diante desse quadro em constante evolução, percebe-se a necessidade de mitigar o risco aviário, mas isso só será viável ao transcender os limites dos aeroportos, criando sinergia junto aos responsáveis pelas áreas circunvizinhas, a fim de minimizar os fatores de atração de aves em amplo espectro. Como se pôde observar a gestão dos RSU deve ser parte integrante desse processo, já que cada vez mais as cidades crescem e a ocupação desordenada é fator limitante também para a abrangência e a eficácia dos sistemas de coleta, transporte, separação e destinação final de resíduos, o que acaba por prejudicar o bem estar da população, a conservação do meio ambiente e a segurança da aviação brasileira.

Fato corroborado por Transport Canada (2001, p. 16, tradução nossa) ao declarar que:

Aves e mamíferos sempre procurarão locais onde suas necessidades fisiológicas serão mais bem saciadas. Caso suas fontes de alimento e de abrigo sejam escassas eles buscarão ambientes mais hospitaleiros. Por isso, as autoridades municipais têm importante função para a redução da exposição do risco aviário e da fauna; eles geralmente influenciam na localização e na natureza dos aterros e outros tipos de destinação final de resíduos sólidos, que por sua vez influenciam a atividade de muitas espécies perigosas de aves.

3 OS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO BRASIL

Já que o alimento – material orgânico – é um dos principais fatores atrativos para as aves, estando presente em grande parte dos resíduos produzidos pela população, torna-se fundamental acompanhar a evolução do gerenciamento dos RSU no decorrer dos últimos anos, através de dados coletados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe).

Observando a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico do ano 2000 (PNSB 2000), constata-se, por escrito, certa “volubilidade institucional e operacional do setor” de RSU:

A pesquisa fornece dados que permitem conhecimento detalhado [...], mas não assegura que a qualidade [...] esteja consolidada, mesmo em curto prazo. [...] os sistemas de limpeza urbana são constituídos essencialmente de serviços, os quais necessitam, para sua operação, do pleno engajamento da administração municipal [...]. Isto gera fragilidade do setor, especialmente em épocas de mudanças de administração e renovações contratuais. Um aterro sanitário pode se transformar em um lixão em questão de dias, bastando que os equipamentos ali alocados não estejam disponíveis (IBGE, 2002, p. 49).

Foi ainda relatado que a origem das informações foi o próprio executor do serviço, isto é, a prefeitura municipal, em 88% dos casos e prossegue “alguns informantes podem ter sido demasiadamente otimistas de modo a evitar a exposição de deficiências do sistema” (IBGE, 2002, p. 49). À época, consta que mais de 69% de todo o lixo coletado estava tendo destino correto, seja em aterros controlados (22,3%) ou em aterros sanitários (47,1%), o que representa evolução extraordinária, já que, em 1989, somente 10,7% dos municípios vazavam seus resíduos de forma adequada. Acontece, porém, que aterros controlados não são uma forma adequada de deposição de resíduos, como será visto adiante.

Todas essas informações denotam o baixo controle existente no setor de resíduos sólidos pelos administradores públicos, aparentando irrelevante preocupação nas três esferas de poder público, em total desacordo com a CF88, naquela época válida há mais de dez anos.

Da leitura da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico do ano 2008 (PNSB 2008), constata-se certa estranheza na definição de que o município tem serviço de manejo, já que “[...] considerou-se que o município tinha serviço de manejo de resíduos sólidos quando este existisse em pelo menos um distrito, ou parte dele, independentemente da cobertura e frequência [...]” (IBGE, 2010, p. 25). Ora, não parece sensato definir tal parâmetro como válido uma vez que, nesse caso, constam na pesquisa municípios com serviço de manejo, mas o mesmo pode existir somente em um distrito, sem cobertura completa desse e sem frequência definida. Isso seria o mesmo que afirmar que existe tratamento de água em uma cidade, com esse serviço atingindo uma residência, durante um dia por mês. A fim de clarificar a situação, serviço de manejo compreende a coleta, a limpeza pública e a destinação de resíduos sólidos. Como consta à tabela 103 da PNSB 2008, dos 5.564 municípios brasileiros, 5.562 têm serviço de manejo de resíduos sólidos (IBGE, 2010).

É de conhecimento geral que o lixo, incorretamente manejado, é um grande problema de saúde pública e ambiental, causando inúmeras doenças e facilitando o crescimento da população de vetores transmissores de outras tantas, através de animais e insetos contaminados. O tratamento e a deposição final devem ser cercados de cuidados para evitar contaminação de pessoas, do solo e da água, podendo causar enfermidades como: esquistossomose, verminose, amebíase, shigeloses, febre tifoide, cisticercose, cólera, disenteria, filariose, giardíase, leishmaniose, leptospirose, peste bubônica, salmonelose, toxoplasmose, tracoma, triquinose e pelo menos mais outras nove doenças (DESTINO..., [2003?]).

A partir de 2008, os dados indicam que a geração de RSU tem aumentado 7,25% a cada ano, em média, no Brasil, enquanto a coleta aumentou 7,85% no mesmo período, indicando que discreta melhora na abrangência dos serviços (ABRELPE, 2011). Cabe ressaltar que a coleta regular é fundamental para reduzir o tempo dos RSU nas ruas, reduzindo o espalhamento por animais e a possibilidade de serem arrastados pelas chuvas, contribuindo para alagamentos. Também é mandatório citar que a população tem papel fundamental ao acondicionar adequadamente seus RSU os separando em orgânicos (úmidos) e recicláveis (secos), bem como evitando sua colocação nas ruas

demasiadamente antes do horário da coleta regular. Todas essas ações contribuem para evitar a proliferação de doenças na comunidade, devendo ser estimuladas pelo poder público, através de campanhas educacionais e da manutenção da regularidade na coleta.

Por outro lado, a própria comunidade exerce forte pressão sobre a qualidade do serviço de coleta, já que qualquer indivíduo percebe quando o mesmo não foi adequadamente executado. Situação que não ocorre na fase de destinação final dos RSU, onde normalmente só parcela da população e os próprios responsáveis pelo manejo estão presentes. Assim, diversas razões podem relegar essa fase do processo ao segundo plano, exigindo maior fiscalização pelo poder público, já que normalmente são gastos recursos públicos significativos na mesma.

A seguir será dada atenção a essa parte do processo de gerenciamento de RSU, sendo necessária a introdução de algumas definições indispensáveis à compreensão do vindouro.

Aterro sanitário de resíduos sólidos urbanos é a técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar dano à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma **camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se necessário** (ABNT, 1992, p. 1, grifo nosso).

Essa definição foi ratificada na norma 15849:2010 da ABNT.

Devido ao elevado montante de recursos necessários à construção de um aterro sanitário, solução paliativa é a seguir definida.

Aterro controlado de resíduos sólidos urbanos é a técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos, cobrindo-os com uma **camada de material inerte na conclusão de cada jornada de trabalho** (ABNT, 1985, p. 2, grifo nosso).

Da leitura das definições anteriores, pode-se considerar que não há diferenças entre as técnicas. Portanto, é necessário facilitar essa diferenciação através das definições extraídas do glossário da PNSB 2008.

Aterro controlado é o local utilizado para despejo do lixo coletado, em bruto, com **cuidado de, diariamente, após a jornada de trabalho, cobrir os resíduos com uma camada de terra**, de modo a não causar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, bem como minimizar os impactos ambientais (IBGE, 2010, p. 185, grifo nosso).

Aterro sanitário é a instalação de destinação final dos resíduos sólidos urbanos através de sua adequada disposição no solo, sob o controle técnico e operacional permanentes, de modo a que nem os resíduos, nem seus efluentes líquidos e gasosos, venham a causar danos à saúde pública e/ou ao

meio ambiente. Para tanto, o **aterro sanitário deverá ser localizado, projetado, instalado, operado e monitorado em conformidade com a legislação ambiental vigente e com as normas técnicas** oficiais que regem essa matéria (IBGE, 2010, p. 185, grifo nosso).

As figuras abaixo, representativas de um aterro sanitário, à esquerda, e de um aterro controlado, à direita, mostram claramente as diferenças descritas. Os impactos ambientais entre eles são extremamente diferentes, em especial no tocante ao lençol freático. Ambos os tipos são adequados à prevenção do risco aviário, sendo fundamental que ocorra *efetivamente* a cobertura dos RSU, conforme grifado nas definições anteriores.

À direita se observa que a principal função do aterro controlado é a recuperação de área de vazadouro que ainda apresenta a capacidade de continuar recebendo RSU. Inicialmente a pilha de lixo velho foi coberta para cessar a proliferação de vetores, como urubus e ratos, e instalado queimador de gases. A nova célula já apresenta aplicação de manta de proteção inferior.

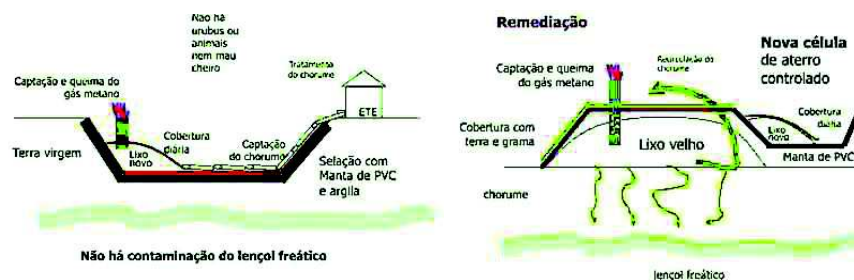


FIGURA 1 – Perfil longitudinal de aterro sanitário e aterro controlado
Fonte: Lixão, [2008?]

A seguir é mostrado como a deposição final de RSU tem evoluído desde 1989. Observa-se que os números mostram evolução espantosa na utilização de locais mais adequados, mas segundo a PNSB 2008 ainda são lançadas a cada dia 45.756 toneladas de lixo *in natura* no solo e nas águas brasileiras.

TABELA 2 – Destinação final de resíduos sólidos urbanos no Brasil

| Tipo de instalação | Ano da pesquisa | | | |
|--------------------|-----------------|-------|-------|-------|
| | 1989 | 2000 | 2008 | 2010 |
| Aterro sanitário | 1,1% | 17,3% | 27,7% | 57,6% |
| Aterro controlado | 9,6% | 22,3% | 22,5% | 24,3% |
| Vazadouro de lixo | 88,2% | 72,3% | 50,8% | 18,1% |

Fonte: (IBGE, 2010)

Nas Normas Brasileiras (NBR) da ABNT se obtém informações relativas à localização, ao projeto, à implantação, à operação e, até mesmo, ao encerramento das atividades de aterros sanitários e aterros controlados. Observa-se que esses empreendimentos devem ter regras operacionais bem definidas, requerendo meios de

isolamento e dispositivos de segurança que impeçam a entrada inadvertida de pessoal estranho e de moradores das cercanias. Percebe-se ainda que toda a área que recebeu RSU deverá receber a cobertura de material ao término da jornada de trabalho, a fim de evitar a proliferação de vetores, o espalhamento de resíduos leves, para minimizar a absorção de água – formação de lixiviados, reduzir a exalação de odores e isolar os resíduos. Além disso, a cobertura diária com material inerte é fator inquestionável para a segurança, contribuindo para evitar o desmoronamento das pilhas, por infiltração de água das chuvas. Como dito por Monteiro et al. (2001), para viabilizar o recobrimento diário, os procedimentos operacionais devem ser feitos por células minimamente dimensionadas para a entrada, descarga e manobra dos caminhões de descarga. No tocante ao *risco aviário*, tais ações são fundamentais, pois impedem que as aves se alimentem no local, transitando rotineiramente no espaço aéreo utilizado pelas aeronaves para aproximação, pouso, decolagem e subida.

Ainda na mesma publicação são mencionados os critérios técnicos para a seleção de área para servir de aterro sanitário para disposição final de RSU. Dentre esses critérios, observa-se que “as áreas não podem se situar próximas a aeroportos ou aeródromos e devem respeitar a legislação em vigor” (MONTEIRO et al., 2001, p. 154). A prioridade dada a esse critério lhe atribui peso dez no cômputo geral, qual seja o mais alto nível de pontuação, como realmente deveria ser, já que se tem percebido o risco potencial de colisões entre aeronaves e aves.

Ocorre, no entanto, que para se viabilizar adequada avaliação desse critério há necessidade de se envolver pessoal especializado. Afinal, as distâncias na aviação são maiores e o desempenho das aeronaves requer tal extrapolação, frente às distâncias rodoviárias, por exemplo.

No entanto, mesmo com as Resoluções do Conama, as NBR e todos os critérios aqui reprisados ainda foi necessário que o Cenipa, a Infraero e o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) emitissem uma Nota Técnica, em 30 de março de 2010, a fim de ratificar a importância da participação das entidades do Sistema Nacional de Meio Ambiente (Sisnama) no processo de licenciamento ambiental, no cumprimento da Resolução Conama 4/95 e na necessidade de fiscalizar para coibir a instalação de atividades clandestinas e de natureza atrativa de fauna nas proximidades dos aeroportos. Essa ação foi suscitada pelo próprio Ibama, tendo em vista a baixa regularidade de consultas para implantação de atividades de natureza perigosa, no caso, atrativas de aves, prevista na resolução acima. Mais tarde,

no mesmo ano, a premência de melhorar o gerenciamento do risco aviário veio a se materializar através da emissão do PBGRA.

Observou-se até aqui a existência de conflito entre a destinação final dos RSU atual e a segurança de voo, no tocante à atração de aves para a proximidade dos aeroportos. Não há dúvida que esse conflito pode levar a acidentes aeronáuticos com grande número de vítimas, no solo e em voo. Percebeu-se ainda a existência de diversas normas legais que aplicadas corretamente contribuiriam para minimizar o risco aviário. Portanto, torna-se necessária a expedita resolução dessa questão pelos setores competentes, a fim de garantir o bem estar da comunidade e o adequado crescimento da aviação, e, em maior da escala, da própria economia e da nação brasileira. Mesmo que para tanto seja necessária intervenção pelo Ministério Público Federal, tendo em vista a importância do assunto e a necessidade de perenizar condutas administrativas que protejam a população de riscos que poderiam ser controlados.

4 RESPONSABILIDADE LEGAL NA GESTÃO DE RSU E DO RISCO AVIÁRIO

Observando-se o histórico de acidentes aeronáuticos envolvendo aeronaves comerciais se conclui que tem ocorrido expressiva redução nas taxas, atingindo-se um acidente por milhão de decolagens. Na contra mão dessa tendência, o risco aviário está cada vez maior, devido às características anteriormente mostradas. Ainda assim, a queda de aeronaves é um dos eventos que mais traumatiza a população (CAVALCANTI, 2002).

Em todos os casos, a reação geral é a de determinar as pessoas que podem ser consideradas responsáveis pelo ocorrido. Nesse sentido, é ponto pacífico que é dever do transportador zelar pela integridade global do passageiro, abarcando aspectos materiais e morais, até sua chegada ao destino (HONORATO, 2010). Afinal, todos pretendem chegar ao destino em segurança ao realizar qualquer tipo de deslocamento, exercendo seu direito de ir e vir livremente.

O leitor mais atento poderá questionar qual seria a responsabilidade do operador aeroportuário no contexto abordado, encontrando resposta que esse tem responsabilidade clara. Afinal a maioria das colisões ocorre dentro do sítio aeroportuário, fato corroborado internacionalmente através dos diversos documentos emitidos pela Organização de Aviação Civil Internacional (OACI) a esse respeito. Sendo a principal delas “a responsabilidade por desenvolver, por em prática, e mostrar publicamente programa eficiente de controle de colisões com aves e animais selvagens, adequado ao

tamanho e à complexidade do aeroporto, levando em consideração a identificação do risco aviário e sua avaliação” (ICAO, 2012, p.3-1, tradução nossa).

A OACI reconhece, no entanto, que o operador tem limitada eficiência, uma vez que as aves transitam facilmente nas trajetórias de aproximação e de decolagem, onde outras autoridades deverão colaborar para a prevenção do risco aviário. Como se pode observar no Anexo 14 – Aeródromos que cita:

A autoridade apropriada deverá agir para eliminar ou para prevenir o estabelecimento de locais de deposição de resíduos sólidos ou qualquer outra fonte que possa atrair animais selvagens para o aeródromo ou sua vizinhança, a não ser que avaliação apropriada indique que esses locais tem improvável capacidade de criar condições que conduzam a problemas com animais selvagens. Onde a eliminação dos locais existentes não for possível, a autoridade apropriada deverá garantir que os riscos causados à aviação por esses locais foram avaliados e reduzidos à menor condição de risco praticável (ICAO, 2009, p. 9-10, tradução nossa).

Tendo em vista a necessidade de controlar todos os focos atrativos de aves dentro da Agra, que corresponde a 1.256 quilômetros quadrados, observa-se a seguir a relação entre a área de responsabilidade de operador aeroportuário – sítio aeroportuário – e a área de responsabilidade do poder público municipal – entorno aeroportuário – em 7 dos principais aeródromos brasileiros.

TABELA 3 – Proporção de área de alguns sítios aeroportuários e a Agra

| Aeroporto | Sítio (Operador Aeroportuário) | Entorno (Poder Público) |
|-----------------------|--------------------------------|-------------------------|
| Manaus (SBEG) | 1,11 % | 98,89 % |
| Belém (SBBE) | 0,50 % | 99,50 % |
| Recife (SBRF) | 0,30 % | 99,70 % |
| Brasília (SBBR) | 2,30 % | 97,70% |
| Rio de Janeiro (SBGL) | 1,42 % | 98,58 % |
| Guarulhos (SBGR) | 1,09 % | 98,91 % |
| Porto Alegre (SBPA) | 0,30 % | 99,70 % |

Fonte: Oliveira, 2009.

Percebe-se que a área do sítio é infinitamente menor que a do entorno. Não havendo, portanto, nenhuma lógica em considerar que seja responsabilidade do operador do aeroporto o controle de todos os focos atrativos na área de interesse, e, por conseguinte, das aves que são colididas por aeronaves operando no aeródromo.

Ocorre ainda que as colisões dentro do sítio aeroportuário têm maior tendência a serem reportadas, pois o pessoal que lá trabalha tem conhecimento dessa necessidade. Enquanto que aquelas ocorridas fora só são reportadas se forem visualizadas de alguma maneira pela tripulação da aeronave. As colisões fora do sítio, porém, têm maior propensão a causar danos, pois geralmente as aves que voam mais alto são pesadas e as aeronaves desenvolvem maiores velocidades quando estão a maiores alturas.

Mas, então, até que ponto o Estado é responsável por um incidente ou acidente aeronáutico decorrente da colisão de aeronaves com aves? Afinal, ele é o responsável

maior tanto pelo meio ambiente e pelos serviços de transporte aéreo (HONORATO, 2010), quanto pela “[...] política de desenvolvimento urbano, que tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes” (BRASIL, 1988). Ora, sendo o gerenciamento dos RSU uma função de suma importância à saúde da população, e exercendo forte atração sobre as aves, quando inadequadamente executado. Conclui-se desse modo que o Estado tem clara e direta responsabilidade no gerenciamento do risco aviário, quando as aves colididas são dos tipos atraídos pelo RSU.

Porém, a responsabilidade civil só gerará reparação do dano, em primeiro lugar, se *for requerida pela vítima* – em última análise, *a companhia aérea* que já arcou com os prejuízos de reparação dos danos à sua aeronave e às pessoas que por ventura já tenham sido prejudicadas em decorrência do evento – e, após, quando se puder determinar o *nexo de causalidade* – isto é, que as aves que colidiram com a aeronave foram atraídas pelo RSU mal manejado pelo Poder Público. Neste cenário, observa-se que a segunda tarefa poderia se tornar um tanto quanto difícil de ser realizada, não fosse a abordagem muito bem feita a seguir, onde o autor afirma que:

[...] em **ultima ratio**, trata-se de responsabilidade civil do Estado, ora na modalidade de responsabilidade por ato ilícito (como na instalação de lixões dentro da ASA), ora na feição de responsabilidade civil por omissão (na constante ausência de fiscalização de empreendimentos poluidores instalados dentro da ASA) (HONORATO, 2010, p. 178, grifo nosso).

Ora, sendo de amplo conhecimento no ramo da Biologia quais são aquelas espécies de aves que são efetivamente atraídas pela matéria orgânica contida nos RSU, basta que seja feita a identificação de que a colisão ocorreu com uma dessas espécies e que exista vazadouro de lixo no interior da Agra para concluir da responsabilidade do poder público pelo ocorrido. Como ratifica Honorato (2010, p. 178) ao afirmar que “imediate se torna a aplicação do artigo 735 do Código Civil e do Enunciado 187 da Súmula do STF, quando então o transportador aéreo poderá exercer o seu direito de regresso contra o verdadeiro causador do dano, [...] [levando] o dever de indenizar ao autêntico responsável pelo dano”.

O autor compara ainda tal situação a outras já solucionadas no âmbito do judiciário, ao mencionar que:

No aspecto jurisprudencial, demonstrou-se, por analogia, que a responsabilização do Estado, quando de sua omissão no dever de fiscalização, originando uma colisão de aeronave com pássaros, é semelhante aos reiterados e pacíficos julgados, que impõem a responsabilização do Estado quando da colisão de veículos com animais, em estradas nacionais,

bem como na deficiente manutenção dessas mesmas vias de deslocamento, quando buracos causem idêntico acidente de trânsito. Quanto aos **danos indenizáveis**, enfatizou-se que os mesmos não se restringem tão somente ao ressarcimento dos valores despendidos na indenização dos passageiros, entre danos materiais e morais; mas os danos **também envolvem a indenização do transportador aéreo, que adquire sérios prejuízos materiais em função de danos à sua aeronave, despesas operacionais e**, porque não, também abarcando os danos morais à pessoa jurídica, em razão da certeza do descrédito que a empresa aérea absorve perante a sociedade civil, como consequência natural, quando se envolve num incidente aeronáutico (HONORATO, 2010, p. 178, grifo nosso).

Dessa forma, conclui-se que existe direito concreto do transportador aéreo no sentido de reaver os prejuízos a que foi submetido, em decorrência de colisões com aves atraídas por RSU, naquelas localidades em que exista vazadouro de lixo exercendo tal atração. Confrontando esse fato com as informações anteriores, conclui-se pela necessidade de garantir que aterros, controlados e sanitários, localizados dentro da Agra de algum aeroporto público realmente sejam operacionalizados como tal, uma vez que rapidamente esses podem se tornar vazadouros de lixo, contribuindo para que ocorram colisões com aeronaves. A comprovação permanente do padrão de operação que caracteriza um aterro pode ser observada facilmente, bastando para isso verificar se existe RSU exposto. Afinal, a cobertura com material inerte deve ser realizada, no mínimo, diariamente, como observado anteriormente.

Segundo Jatene (2007) em seu texto “Direito do cidadão, dever do Estado”, a deposição de RSU, com tratamento adequado, implica em um volume de recursos não disponível em curto ou médio prazo. Já de acordo com a Tabela 2, essa evolução tem ocorrido de modo bastante acelerado, o que não condiz com a realidade registrada nos relatórios descritivos de aeródromos já disponíveis.

Sendo a denominação aterro amplamente utilizada hoje em dia, mesmo que o padrão operacional não corresponda a esse tipo de empreendimento, resta dúvida a respeito do motivo dessa impropriedade. Pode-se atribuir essa à omissão involuntária (desconhecimento) ou voluntária (negligência ou imperícia), já que a condição técnica básica do empreendimento não é cumprida. No entanto, o importante é a certeza de que se caracteriza de toda forma a imprudência com a continuidade do erro de operação, já que a atração de aves dentro da Agra eleva o risco aviário, podendo causar acidentes aeronáuticos com múltiplas vítimas fatais.

Apesar de estar em processo de encerramento, fase com procedimentos mandatórios também previstos nas NBR, o Aterro de Gramacho, no Rio de Janeiro, é um exemplo da utilização indevida do termo “aterro”. Como mostrado em Rio (2011), o RSU

exposto em grande quantidade inviabiliza a realização do procedimento previsto de recobrimento diário com material inerte, constituindo-se em importante foco atrativos de aves, já que se encontra aproximadamente a 6 quilômetros do Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro, um dos mais movimentados do país.

Assim sendo, o meio de mitigar tal situação deve se constituir em duas vertentes: **antes da colisão** – na identificação do foco atrativo e na sua comunicação oficial à autoridade pública responsável, o que tem sido feito de acordo com o PBGRA; e, **após a colisão** – na ação indenizatória dos custos decorrentes da mesma, ao transportador aéreo que arcou inicialmente com os custos e as possíveis indenizações requeridas pelos passageiros. Nesse aspecto, têm-se abaixo alguns exemplos em que ocorreu a regressão do dever de indenizar os danos sofridos pelo operador da aeronave, em consequência de colisões com aves na pista do aeródromo.

TABELA 4 – Exemplos da responsabilidade civil regressiva – colisão com aves

| Data | País | Tipo de ave | Fase de voo da aeronave |
|------------|----------------|-----------------|-------------------------|
| 12/12/1973 | Reino Unido | Gaivota | Decolagem |
| 20/01/1995 | França | Quero-quero | Decolagem |
| 03/06/1995 | Estados Unidos | Ganso canadense | Pouso |
| 22/03/1998 | França | Gaivota | Decolagem |

Fonte: DOLBEER, 2006.

Nestes casos, o operador aeroportuário foi responsabilizado por ter permitido a permanência das aves dentro do sítio aeroportuário. No caso das aves atraídas por RSU, ocorrendo colisões nas trajetórias de aproximação e de decolagem, a regressão da responsabilidade se daria, como foi visto, na direção do responsável pelo gerenciamento do fator de atração.

O gerenciamento de RSU no Brasil apresenta grande defasagem em relação aos países desenvolvidos, uma vez que, segundo o Coordenador de Pós Graduação do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, a técnica de aterro sanitário já é considerada ultrapassada nesses locais (MAHLER, 2011). Contudo, ainda existe grande dificuldade de garantir que a totalidade dos RSU seja adequadamente neles depositados, a fim de evitar a contaminação do solo, a proliferação de doenças e, porque não, o aumento do risco aviário.

5 CONCLUSÃO

Após verificar brevemente a evolução da aviação e do gerenciamento de resíduos sólidos, identificou-se a relação entre essas duas atividades humanas e seu impacto na

segurança de voo das aeronaves, percebendo como o risco aviário é influenciado pela incorreta destinação de RSU no país.

Em seguida, foi visto como estão estabelecidos os pilares do gerenciamento do risco aviário, que culminaram, em 2011, com a emissão do PBGRA. Especial atenção foi dedicada aos aspectos da responsabilidade legal nas áreas ao redor dos aeroportos, em função das trajetórias de voo das aeronaves e das distâncias mínimas que devem ser resguardadas de atividades que sirvam como focos atrativos de aves. No caso específico, aquelas relacionadas ao lixo urbano.

Comparando-se os registros oficiais sobre a destinação final de RSU, notou-se acelerada redução na quantidade de material orgânico disposta em vazadouros. Porém, foi identificada a utilização indevida do termo *aterro*, sem o cumprimento das normas brasileiras obrigatórias para esse tipo de atividade. Constatando-se, portanto, fragilidade na fiscalização do poder público sobre essa atividade.

Finalmente, através da observação de ações regressivas de responsabilidade em colisões de aeronaves com aves fora do país e de sua correlação com sentenças já pacificadas no judiciário brasileiro, concluiu-se que o operador da aeronave deve ingressar contra o Estado, a fim de reaver os custos sofridos por colisões com aves atraídas por RSU. Com tal tipo de ação, a indústria aeronáutica brasileira auxiliará o poder público municipal na fiscalização de seus prestadores de serviço, e, por conseguinte, contribuirá para que esse poder cumpra sua missão constitucional e para redução de diversas mazelas que afligem a população, sendo o risco aviário somente um desses problemas.

BIRD STRIKE RISK AND URBAN SOLID WASTE: LOCAL GOVERNMENT LIABILITY AND FUTURE OUTLOOK

ABSTRACT: This paper presents the current dependency between bird strike risk and organic rubbish at open air in the host cities of major Brazilian airports. Firstly, bird/wildlife strike risk is characterized showing why it represents a concern for the worldwide aviation industry, which has prompted national initiatives culminating in the issuance of the Basic Bird Strike Risk Management Plan. Secondly, it is shown how urban solid waste management in Brazil has evolved over the last three decades, when additional advantages of the correct waste management became apparent in the fight against other evils present in large cities. After that, a brief literature review is addressed to show the liability in the *waste – aviation* linkage, at first glance absent. Finally, it is forecast how the national aviation industry, by acting in an appropriate manner, will demand local government to fulfill its constitutional task, helping to mitigate bird strike risk in Brazil.

KEYWORDS: Bird Strike Risk Management. Civil Liability. Urban Solid Waste.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2010**. São Paulo, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Apresentação de projetos de aterros controlados de resíduos sólidos urbanos**: Procedimento. NBR 8849:1985. Rio de Janeiro: ABNT, 1985.

_____. **Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos**: Procedimento. NBR 8419:1992. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

BEGIER, M. J. et. al. **Wildlife Strikes to Civil Aircraft in United States 1990-2010**. US Department of Transportation / US Department of Agriculture, 2012.

BIRD STRIKE COMMITTEE (Estados Unidos). **Significant Bird and other Wildlife Strikes**. 2008. Disponível em: <<http://www.birdstrike.org/commlink/signif.htm>>. Acesso em 01 dez. 2011.

BRASIL. Plano Básico de Gerenciamento do Risco Aviário: PCA 3-2. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 09 maio 2011. Seção 1, p. 5. 2011b.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **Risco Aviário e Fauna**. apostila: 2011a. Disponível em: <<http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/index.php/risco-aviario/material-de-apoio/textos/219-risco-aviario-basico-prevencao-cenipa>>. Acesso em 03 out. 2011.

_____. **SIGRA – Sistema de Gerenciamento de Risco Aviário**. 2012. Disponível em: <http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/sigra/pesquisa_dadosExt.php?pg=1>. Acesso em 04 maio. 2012.

BRASIL . Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA n. 4, de 9 de outubro de 1995**. Disponível em: <www.cprh.pe.gov.br/downloads/4de9deoutubrode1995.doc>. Acesso em: 07 fev. 2012.

_____. **Resolução CONAMA n. 237, de 19 de dezembro de 1997**. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/planejamento-e-pesquisa/coordenacao-geral-de-meio-ambiente/licenciamento-ambiental/conama-237-97.pdf>>. Acesso em: 07 fev. 2012.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**: promulgada em 5 de outubro de 1988. Brasília: Senado. 1988.

_____. Lei nº 9605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.

_____. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm> . Acesso em: 02 dez. 2011.

_____. Lei n. 11.445, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/11445.htm>. Acesso em: 07 fev. 2012.

_____. Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 07 fev. 2012.

CAVALCANTI, A. U. **Responsabilidade civil do transportador aéreo**: tratados internacionais, leis especiais e código de proteção e defesa do consumidor. Rio de Janeiro: Renovar, 2002.

DESTINO DO LIXO: doenças relacionadas ao lixo. [2003?]. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/lixo1.htm>>. Acesso em 06 dez. 2011.

DOLBEER, R. A. **Bird and Other Wildlife Hazards at Airports**: liability issues for Airport Managers. University of Nebraska, 2006.

ESCHENFELDER, P. F. High Speed Flight at Low Altitude: hazard to commercial aviation? In: INTERNATIONAL BIRD STRIKE COMMITTEE MEETING, 27., 2005, Athens. **Proceedings...** Athens, 2005.

HONORATO, M. A colisão da aeronave da US Airways com pássaros e a Responsabilidade Civil: uma realidade brasileira. **Revista Conexão SIPAER**, v. 1, n 3, 2010.

INFRAERO. **Aeroportos**. 2011a. Disponível em: <<http://www.infraero.gov.br/index.php/br/aeroportos.html>>. Acesso em 03 dez. 2011.

_____. **Estatísticas**. 2011b. Disponível em: <<http://www.infraero.gov.br/index.php/br/estatisticados-aeroportos.html>>. Acesso em 04 dez. 11.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000**. Rio de Janeiro. 2002.

_____. **Brasil já tem mais de 180 milhões de habitantes**. 2004. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=207>. Acesso em 03 dez. 2011.

_____. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008**. Rio de Janeiro. 2010.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Airport services manual**: bird control and reduction (DOC 9137-AN/898 Part 3). 3. ed. Montreal: ICAO, 1991.

_____. **Aerodromes (Annex 14)**. v. I. 5. ed. Montreal: ICAO, 2009.

_____. **Airport services manual**: wildlife control and reduction (DOC 9137-AN/901 Part 3). 4. ed. Montreal: ICAO, 2012.

JARDIM, N. S.; WELLS, C. (Org.). **Lixo Municipal**: Manual de Gerenciamento integrado. São Paulo: IPT: CEMPRE, 1995.

JATENE, A. D. A saúde tem jeito? In: ITUASSU, A.; ALMEIDA, R (Org.). **O Brasil tem jeito?** volume 2: educação, saúde, justiça e segurança. Rio de Janeiro: Jorge Zahar. 2007.

LIXÃO X ATERRO. [2008?]. Disponível em: <http://www.lixo.com.br/index.php?option=com_content&task=view&id=144&Itemid=251>. Acesso em 01 dez. 2011.

MAHLER, C. **Globo Ecologia**. Rio de Janeiro: Rede Globo, 17 de dezembro de 2011. Programa de TV.

MONTEIRO, J. H. P. et. al. **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. 15 ed. Rio de Janeiro: IBAM. 2001.

OLIVEIRA, H. R. B. O Perigo da Fauna no Brasil. In: SIMPÓSIO DE SEGURANÇA DE AVIAÇÃO DA MARINHA E OPERAÇÕES AÉREAS "OFFSHORE", 21., 2009, Búzios. **Proceedings...** Búzios, 2009.

RIO. **Wild Nights**. Washington: National Geographic Wild HD, 21 de setembro de 2011. Programa de TV.

SIGRIST, T. **Avifauna Brasileira**: guia de campo. Descrição de espécies. São Paulo: Avis Brasilis, 2009.

THORPE, J. Update on Fatalities and Destroyed Civil Aircraft due to Bird Strikes with Appendix for 2008 & 2009. In: INTERNATIONAL BIRD STRIKE COMMITTEE MEETING, 29., 2010, Cairns. **Proceedings...** Cairns, 2010.

TRANSPORT CANADA. **Sharing the Skies (TP13549E)**. Montreal: Transport Canada, 2001.

WRIGHT, S. **Some Significant Wildlife Strikes to Civil Aircraft in the United States**, January 1990 – September 2008. University of Nebraska-Lincoln. 2008. Disponível em: <<http://digitalcommons.unl.edu/birdstrikeother/23>>. Acesso em 04 maio 2012.

EVOLUÇÃO DO RISCO AVIÁRIO NO BRASIL ENTRE 2006 E 2010: ESTATÍSTICAS E PROBABILIDADES

Francisco José de Azevedo Morais ¹

Artigo submetido em: 07/03/2012

Aceito para publicação em: 10/05/2012

RESUMO: O contexto atual da aviação requer constante evolução de métodos e técnicas capazes de produzir sistemas, equipamentos e ações de gerência que possam mitigar o risco de acidentes ou incidentes. A possibilidade de colisão com aves nas diversas altitudes e fases de voos é presente e necessita de quantificação, para que medidas preventivas ou corretivas sejam postas em prática. Nesse contexto, tomando como base as estatísticas do Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos do Brasil, CENIPA, este trabalho identifica o cenário estatístico do Risco Aviário neste país, calcula as probabilidades de colisão em alturas e fases de voo específicas, no espaço aéreo brasileiro, e apresenta conclusões e recomendações.

Palavras chaves: Colisão com aves. Estatística. Quantificação.

1. INTRODUÇÃO

A abordagem quantitativa do Perigo Aviário é assunto atual e de relevante significado. Segundo Anagnostopoulos *et al.* (2003), o risco de colisões com aves vem aumentando e o controle da fauna nos arredores de um aeroporto torna-se importante para reduzir a tendência ascendente do fenômeno em tela.

Assim, a análise dos dados estatísticos das ocorrências, a definição dos fatores contribuintes e a utilização de matrizes analíticas são ferramentas utilizadas para medir o risco e desenhar programas de gerenciamento que possibilitem a mitigação do problema.

Não obstante os dados estatísticos, a preocupação com o fenômeno se justifica pelo fato de vidas terem sido ceifadas e equipamentos perdidos em acidentes, cuja causa principal foi a presença de aves no aeroporto.

A Federal Aviation Administration (2009) destacou dois acidentes em seu Wildlife Strikes to Civil Aircraft In the United States, from 1990 to 2008: um foi o do Cessna 500 Citation, ocorrido em *Oklahoma City*, em 4 de março de 2008. A aeronave, após a decolagem, colidiu com um pelicano (*Pelecanus sp.*), perdeu o controle e caiu, matando os cinco ocupantes; o outro acidente, aconteceu em 15 de janeiro de 2009, com o voo 1549 da US Airways, que pousou no Rio Hudson, após sofrer apagamento dos dois motores, em decorrência da colisão com aves, no início da subida. Neste caso, apenas a aeronave foi perdida.

Neste contexto, este trabalho aborda e quantifica aspectos relacionados à altura das colisões, à fase do voo, à espécie de ave envolvida e à parte da aeronave atingida, de forma a delinear um quadro geral do fenômeno em foco no Brasil

A análise se baseou em 3300 colisões oriundas das estatísticas do Centro de

¹ Major aviador da FAB, Gerente do Programa de Risco Aviário do CENIPA, Possui Mestrado em Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade Continuada (MP-Safety) no Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA). morais_gte@yahoo.com.br

Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos – CENIPA (BRASIL, 2011a), no período entre 2006 e 2010, das quais 61 (sessenta e uma) foram excluídas, por se tratarem de colisões com animais da fauna terrestre ou morcegos, restando 3239 eventos válidos para o estudo em tela.

Também foram considerados os reportes de movimentos de pousos, decolagens e toque/arremetida do Departamento de Controle do Espaço Aéreo – DECEA (BRASIL, 2011b).

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 PROBABILIDADE

Para Fernandes (1999), o fundamental em probabilidade é a noção de experiência aleatória. Uma experiência aleatória é um processo que, numa dada tentativa, tem como resultado um de vários valores possíveis.

Bussab e Morettin (2004) afirmam que a distribuição de frequências é uma ferramenta importante para a avaliação de um fenômeno aleatório. As frequências são estimativas da probabilidade de ocorrência de um evento.

Já Ericson (2005) diz que a probabilidade de falha de um componente é dada pela seguinte Equação:

$$P = 1 - e^{-\lambda T} \quad (1)$$

Onde,

- λ é a taxa de falha;
- T é o tempo de exposição.
- e é uma constante.

Ericson (2005) também afirma que, se $\lambda T < 0.001$, então:

$$P = \lambda.T \quad (2)$$

Para o cálculo da probabilidade do risco aviário (P_c), λ será o número de colisões no período (C_p), dividido pelo número de movimentos de aeronaves no mesmo período (M_a). T será a o tempo de exposição, ou quantos movimentos uma aeronave específica fará no aeroporto avaliado.

Assim, a Equação 3 exprime a probabilidade de colisão com aves (P_c) proposta por este trabalho.

$$P_c = \frac{C_p.T}{M_a} \quad (3)$$

3 ESPAÇO AMOSTRAL

Bussab e Moretti (2004) afirmam que, no espaço amostral contínuo, a ocorrência de um resultado, dentro de certo intervalo de interesse, é definida como evento ou acontecimento. Assim, os eventos desta pesquisa estão relacionados às colisões que ocorreram durante os movimentos de pouso, decolagens e toque e arremetida das aeronaves.

A análise das 3239 colisões com aves, no período entre 2006 e 2010, possibilitou concluir que 2874 foram em 104 aeroportos controlados, 81 ocorrências em 51 campos de pouso não controlados e, em 284 eventos, o aeroporto não foi identificado.

Os reportes de colisões com aves no Brasil, no período estudado, foram concentrados em 155 aeroportos. Estes representam 20,83% de um total de 744 aeródromos brasileiros registrados na Publicação Auxiliar de Rotas Aéreas – ROTAER (BRASIL, 1999).

A pesquisa dos dados do DECEA mostrou que houve 13.898.165 movimentos aéreos registrados no período de 2006 a 2010, sendo 6.145,706 pousos, 7.224,976 decolagens e 527.483 toques e arremetidas.

4 ALTURA DAS COLISÕES

No total de 3239 eventos, apenas 1195 apresentaram a altitude identificada. Assim, as porcentagens relacionadas aos níveis em que aconteceram as colisões foram calculadas com base nos eventos em que a altura foi identificada.

A maioria das colisões, 70,29%, nas quais a altura do choque foi identificada, ocorreu até 500ft (152m) de altura. Entre zero e 3000ft (914m), ocorreram 92,46% das colisões avaliadas

A colisão de aves com aeronaves em voo de cruzeiro é rara. Não se pode inferir, contudo, que os danos decorrentes de uma colisão a grandes altitudes são menos significativos, pois as velocidades são maiores e, por definição, a força do impacto é maior.

Considerando as colisões entre 10.001ft (3.048m) e 36.000ft (10.843m), e que a maioria dos voos de cruzeiro acontece nessa altitude, verificou-se que 0,59% das ocorrências situam-se nesta faixa de altura.

A (Tabela 1). apresenta a contribuição das colisões em cada faixa de altura, onde a coluna “Participação no total” refere-se da porcentagem de contribuição de cada faixa no total de colisões

TABELA 1 - Altura das colisões no Brasil, entre 2006 e 2010, baseado em dados dos relatórios do CENIPA e do DECEA.

| ALTURA (ft) | QUANTIDADE | PARTICIPAÇÃO NO TOTAL(%) | ACUMULADA(%) |
|-------------|------------|--------------------------|--------------|
| 0-100 | 604 | 50,54 | 50,54 |
| 101-500 | 236 | 19,75 | 70,29 |
| 501-1500 | 183 | 15,31 | 85,60 |
| 1501-3000 | 82 | 6,86 | 92,46 |
| 3001-10000 | 83 | 6,95 | 99,41 |
| 10001-36000 | 7 | 0,59 | 100 |
| >36000 | 0,0 | 0,0 | 100 |
| Total | 1195 | | |

5 FASE DO VOO

A fase de voo é muito importante para a definição de medidas corretivas do perigo aviário. Estudos feitos no Reino Unido, que levaram em consideração eventos ocorridos por fase de voo durante 25 anos, concluíram que o risco aviário situa-se numa faixa de probabilidade de ocorrência entre 1×10^{-5} e 1×10^{-6} (ROCHARD, 2000).

Analisando-se os dados relativos aos movimentos e às colisões, no período entre 2006 e 2010, no Brasil, observou-se 13.898.165 movimentos de pousos, decolagens e toques/arremetidas e 3239 colisões. Destas, foram retiradas 228 ocorrências onde a fase de voo não foi identificada, encontrando-se 3011 colisões.

O total de movimentos no mesmo período, de acordo com as informações do DECEA, está distribuído da seguinte forma: 6.145,706 pousos; 7.224,976 decolagens; e 527.483 toques e arremetidas.

Para o cálculo do valor da probabilidade, foram utilizadas as seguintes premissas:

- 1 Pouso: movimentos de pousos somados à metade dos movimentos de toque/arremetida;
- 2 Decolagem: movimentos de decolagens somados à metade dos movimentos de toque/arremetida;
- 3 Aproximação final: movimentos de pousos somados à metade dos movimentos de toque/arremetida;
- 4 Subida: movimentos de decolagens somados à metade dos movimentos de toque/arremetida;
- 5 Descida: movimentos de pousos;
- 6 Táxi: somatório dos movimentos de pousos e decolagens;
- 7 Cruzeiro: somatório de movimentos de pousos e decolagens;
- 8 Tráfego: movimentos de toque/arremetida.

Assim, a Tabela 2 apresenta as fases de voo e as probabilidades de se colidir com uma ave em cada movimento.

TABELA 2- Probabilidade de colisão por fase de voo, de 2006 e 2010, baseado em dados dos relatórios do CENIPA e do DECEA.

| FASE DO VOO | COLISÕES | MOVIMENTOS | PROBABILIDADE |
|-------------------|----------|------------|-----------------------|
| Pouso | 1234 | 6.409,448 | $19,3 \times 10^{-5}$ |
| Decolagem | 834 | 7.488,718 | $11,1 \times 10^{-5}$ |
| Tráfego | 49 | 527,483 | $9,3 \times 10^{-5}$ |
| Aproximação final | 503 | 6.409,448 | $7,8 \times 10^{-5}$ |
| Subida | 107 | 7.488,718 | $1,4 \times 10^{-5}$ |
| Descida | 78 | 6.145,706 | $1,3 \times 10^{-5}$ |
| Táxi | 53 | 13.898,166 | $0,4 \times 10^{-5}$ |
| Cruzeiro | 51 | 13.370,682 | $0,4 \times 10^{-5}$ |
| Total | 3011 | 13.898,165 | |

6 ESPÉCIES DE AVES ENVOLVIDAS

Para Allan (2000), a identificação exata da espécie de ave envolvida em um incidente é muito importante, pois possibilita definir características físicas e comportamentais diferentes que podem contribuir para os danos em uma aeronave.

No estudo foi identificado que :

1 A espécie de ave não foi identificada em 54,33% do total das colisões; ou seja, 1793 colisões;

2 Os incidentes com morcegos e fauna terrestre participaram com 1,84% do total, 61 eventos;

3 Restaram 1446 colisões, 43,82% do total, válidas para o cálculo das porcentagens de participação das espécies;

4 Juntas, 33 tipos de aves contribuíram com as 1446 colisões. Dentre elas, as que mais se destacaram foram: os quero-queros, com 422 eventos - 29,18%; os urubus, com 378 eventos - 26,14%; os carcarás, com 124 eventos - 8,57%; as corujas, com 122 eventos - 8,44%; os gaviões em geral, com 80 eventos - 5,53%; e os pombos, com 66 eventos - 4,56%. Estas seis aves representam 18,18% do total de tipos de aves e contribuíram com 82,42% das ocorrências no período avaliado.

Os valores encontrados apontam para uma curva 20/80, análise de Pareto (JEVONS, 1996), e o Gráfico 1 mostra a distribuição geral de Pareto das aves e a contribuição de cada uma.

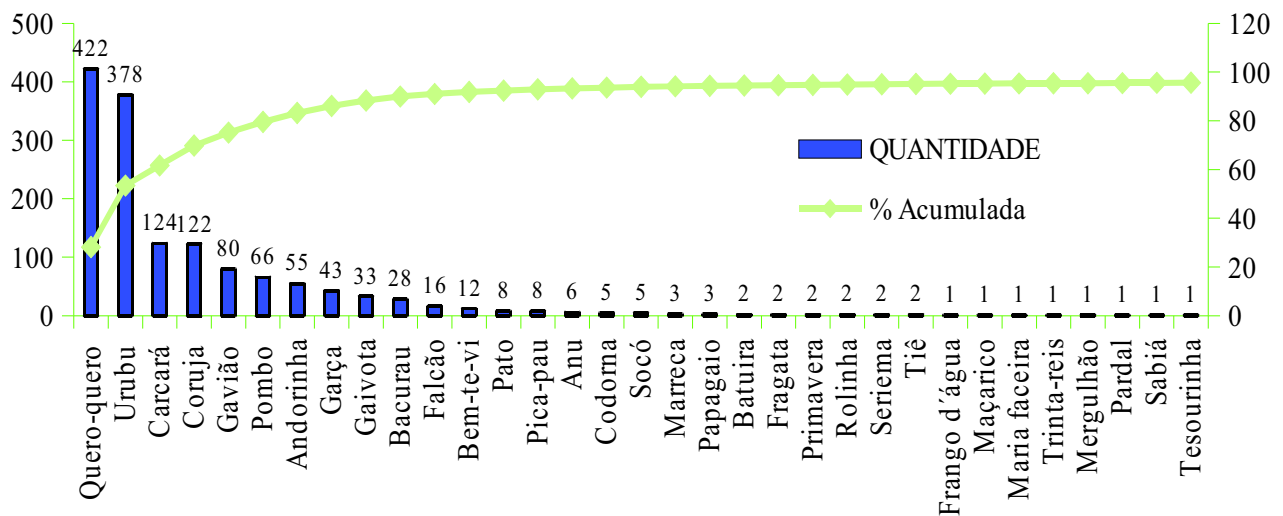


GRÁFICO 1 - Distribuição de Pareto para as aves e sua contribuição em colisões no Brasil, entre 2006 e 2010.

7 PARTES DA AERONAVE ATINGIDAS

Para o Australian Transport Safety Bureau- ATSB (2008), a identificação das partes das aeronaves atingidas é importante, pois se pode prever onde a certificação deve ser mais restritiva, ou qual a vulnerabilidade do equipamento operado.

Os dados revelaram que, no período estudado, os motores sofreram 22,54% dos impactos, as asas – 11,73%, a fuselagem, revestimento externo da aeronave - 10,76%, os para-brisas- 9,36% e o radome, parte do nariz do avião que protege o radar - 7,73%. Estas e outras partes estão descritas na Tabela 3.

TABELA 3 - Partes das aeronaves atingidas, baseado em dados dos relatórios do CENIPA e do DECEA.

| Parte atingida | Nº colisões | % do total |
|---------------------------|-------------|------------|
| Motor | 744 | 22,54 |
| Asa/Rotor | 387 | 11,73 |
| Fuselagem | 355 | 10,76 |
| Para-brisas | 309 | 9,36 |
| Radome | 255 | 7,73 |
| Trem de pouso | 219 | 6,64 |
| Nariz | 114 | 3,45 |
| Hélice | 56 | 1,70 |
| Cauda | 43 | 1,3 |
| Outros e não identificado | 757 | 24,79 |
| Total geral | 3239 | 100 |

8 DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Os dados utilizados para este estudo são limitados, por três fatores: o critério subjetivo dos reportes, a ausência do número de movimentos dos aeródromos não controlados e a insuficiência de detalhes nos reportes.

O critério subjetivo das informações influencia negativamente os dados, e diminui o número de reportes disponíveis para o estudo.

A ausência do número de movimentos, em alguns aeroportos, influenciou as estatísticas no sentido de não disponibilizar dados de pousos e decolagens das localidades. Esses reportes são importantes para a avaliação das probabilidades e dos índices de colisão na localidade, além de influenciar os dados totais do Brasil.

Por fim, a insuficiência de detalhes encontrada em alguns reportes, principalmente no que se refere ao tipo de ave, à parte atingida da aeronave e ao valor dos danos decorrentes dos incidentes, também influenciou o cômputo final das probabilidades calculadas.

Para Rochard (2000), as melhores práticas mitigadoras do risco aviário colocam o índice de colisão entre 4 e 6 colisões para cada 10.000 movimentos.

Neste estudo, considerando-se 3239 colisões com aves no período, excluídas 61 colisões com fauna terrestre, e 13.898,165 movimentos, pode-se concluir que, no Brasil, houve 2,33 colisões, para cada 10.000 movimentos. O que indica que as práticas mitigadoras, de maneira geral, estão boas.

Mesmo assim, não se pode deixar de observar que a maioria das colisões ocorreu nas fases mais críticas do voo - aproximação para pouso, pouso e decolagem. Nessa condição, a aeronave está em velocidade mais baixa, com dispositivos hypersustentadores ativados e capacidade de manobra reduzida. Mesmo que a baixa velocidade minimize os danos do impacto de uma ave, a possibilidade de ingestão de aves pelos motores é duas vezes maior do que o choque contra outra parte da aeronave.

Um dado importante observado na pesquisa foi sobre espécie de ave. Seis espécies de aves: quero-queros, urubus, carcarás, corujas, gaviões e pombos representam aproximadamente 20% do total de aves envolvidas em incidentes e contribuíram com pouco mais de 80% das ocorrências no período avaliado.

Para Costa (1985), com exceção do pombo, e do próprio quero-quero, todas as outras quatro aves citadas estão entre os predadores do quero-quero, comendo seus ovos e filhotes. Como o quero-quero foi a espécie que mais contribuiu para as colisões

com aeronaves, fica a possibilidade de ser ele um dos fatores de atração de outras aves para os arredores das pistas de pouso, ainda consideradas como área patrimonial do aeroporto.

Por fim, observou-se que há um perigo para os operadores de aeronaves que não possuem certificação contra colisões com ave: das dez partes que mais sofreram impactos, duas são itens críticos de uma aeronave : os para-brisas, pela possibilidade de os pilotos serem atingidos em uma colisão frontal, e os motores que podem parar de funcionar ao ingerir uma ave.

Assim, a contribuição deste trabalho se fez à medida que foi disponibilizada uma base estatística que pode vir a ser empregada em estudos futuros para a adoção de medidas mitigadoras do risco aviário no Brasil, bem como orientar os operadores de aeronaves na construção da doutrina de emprego de cada equipamento, de sorte que o risco de colisões com aves seja diminuído.

9 AGRADECIMENTOS

A todos os autores e leitores da Revista Conexão SIPAER pelo comprometimento com a prevenção de acidentes aeronáuticos e ao CENIPA, incentivo à divulgação de pesquisas na área.

EVOLUTION OF BIRD RISK RISK IN BRAZIL, BETWEEN 2006 AND 2010: STATISTICS AND PROBABILITIES

ABSTRACT: The present context of civil aviation requires methods and techniques capable of design, equipment and management actions which could mitigate the risk of accidents or incidents. The possibility of a collision with birds in different altitudes and phases of flight is present and needs quantification, for which corrective or preventive measures are put into practice. In this context, this work, taking statistics basis from the Brazilian Aeronautical Accident Investigation and Prevention Center (CENIPA), quantifies the scenario in this country, calculates the odds of collision in heights and specific phases of flight in the Brazilian airspace, and presents conclusions and recommendations.

Keywords: Bird Strike. Statistic. Quantification.

REFERÊNCIAS

ANAGNOSTOPOULOS, A. et. al. Risk Assessment Model: a case study Hellenic Airports. In: INTERNATIONAL BIRD STRIKE COMMITTEE, 26. , 2003, Warsaw. **Proceedings...** Warsaw, 2003. Disponível em: http://www.intbirdstrike.org/Warsaw_Papers/IBSC26%20WPAV1.pdf. Acesso em: 20 nov. 2011

ALLAN, J. R. A protocol for bird strike risk assessment at airports. In: INTERNATIONAL BIRD STRIKE COMMITTEE, 25., 2000, Amsterdam. **Proceedings...** Amsterdam, 2000.

AUSTRALIAN TRANSPORT SAFETY BUREAU. **An analysis of australian birdstrike Occurrences:2002 to 2006**. Aviation Research and Analysis Report 2008. Disponível em: <http://www.ecosure.com.au/uploads/documents/airport/ATSB2002-2006Report.pdf> . Acesso em: 31 ago. 2010.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **Dados totais de colisões com aves no período de 2006 a 2010**. Brasília: CENIPA, 2011a.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **Evolução do movimento em aeródromo e no Brasil, no período de 2004 a 2010**. Rio de Janeiro: DECEA, 2011b.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Instituto de Cartografia Aeronáutica. **Publicação Auxiliar de Rotas Aéreas**. 3. ed. Rio de Janeiro: ICA, 1999.

BUSSAB, W. O.; MORETTIN, P. A. **Estatística básica**. 5. Ed. São Paulo: Saraiva, 2004.

COSTA, L. C. M. **Aspectos comportamentais de Vanellus chilensis (Wagler, 1827) (Aves, Charadriiformes) em Curitiba**. 1985. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1985.

ERICSON, C. A. **Hazard Analysis Techniques for system safety**. New Jersey: John Wiley & Sons. 2005.

ESTADOS UNIDOS. Federal Aviation Administration. **Wildlife Strikes to Civil Aircraft In the United States from 1990 to 2008**. Serial Report Number 15. Washington: FAA, 2009

FERNANDES, M.G.P. **Estatística Aplicada**. Universidade do Ninho: Braga, 1999.

ROCHARD, BARON. The UK Civil Aviation Authority's Approach to Bird Hazard Risk Assessment. In: INTERNATIONAL BIRD STRIKE COMMITTEE, 25., 2000, Amsterdam. **Proceedings...** Amsterdam, 2000.

JEVONS, W.S. **A Teoria da Economia Política**. São Paulo, Editora Nova Cultural, 1996.