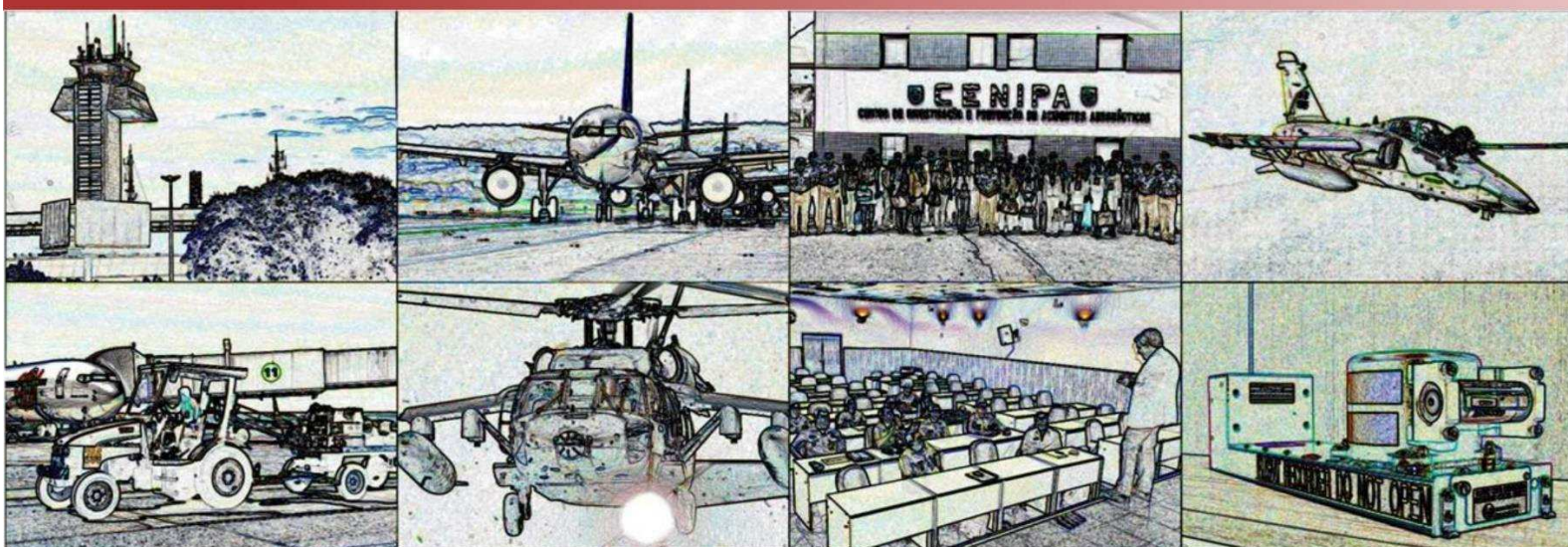


CONEXÃO SIPAER



Revista Científica de Segurança de Aviação



Revista Conexão Sipaer, Volume 8, Número 3 – Set/Dez 2017

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
BRASIL
CEP: 71.615-600

Contato

Telefone: +55(61)3364-8834
Fax: +55(61)3365-1004
E-mail: conexaosipaer@gmail.com

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.

R747

Revista Conexão SIPAER / Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. v. 8, n. 3 (Dez. 2017), Brasília: CENIPA, 2017.

Quadrimestral

Modo de acesso: <http://conexaosipaer.cenipa.gov.br/index.php/sipaer>

ISSN: 2176-777 (versão on-line)

1. Ciências Aeronáuticas. 2. Segurança de Voo. I. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos.

CDU 355.354

SUMÁRIO

Editorial

Apresentação	1
Adriana de Barros Nogueira de Mattos	

Artigos Científicos

Learning to Fly: O Papel da Aprendizagem na Segurança Operacional	2-18
Simone Kelli Cassiano	
A Fadiga em Foco na Aviação: Adaptação Brasileira da Samn Perelli Scale	19-28
Simone Kelli Cassiano	
O Laser e as Medidas Mitigadoras Proativas para a Segurança de Voo	29-33
Thalles Francisco Coutinho	
Dificuldades em Serviço na Aviação Civil Brasileira – Panorama de 2016	34-57
Rogério Possi Junior	
Risco da Fauna na Aviação Brasileira: Aplicação da Análise de Correspondência para análise da relação entre Fase de Voo e Tipo de Reporte	58-65
Luis Carlos Batista Santos	
Cleibson Almeida	
Jorge Luiz Farias	
Carla Susete Gonçalves Francisco	
Beatriz Macedo Coimbra dos Santos	
A Implantação de Standard Operating Procedures como Instrumento Gerencial da Segurança Operacional de Empresas Aeroagrícolas	66-72
Vivian Tosin Vaz	

Traduções

Risk of Fauna in Brazilian Aviation: Application of Correspondence Analysis to Analyze the Relationship Between Flight Phase and Report Type	73-80
Luis Carlos Batista Santos	
Cleibson Almeida	
Jorge Luiz Farias	
Carla Susete Gonçalves Francisco	
Beatriz Macedo Coimbra dos Santos	

Apresentação

Adriana de Barros Nogueira de Mattos ^{1,2}

1 Editora Gerente da Revista Científica Conexão SIPAER

2 adrianaabnm@fab.mil.br

Ao encerrar o seu oitavo volume, a Revista Conexão SIPAER apresenta seis artigos científicos, além de uma tradução. A saber.

Simone Kelli Cassiano, no artigo Learning to fly: O papel da aprendizagem na Segurança Operacional, teve como objetivo compreender a importância do adequado gerenciamento dos processos que garantem a proficiência dos profissionais atuantes no sistema aeronáutico. Da mesma autora, o artigo A fadiga em foco na aviação: Adaptação brasileira da Samn Perelli Scale tem como objetivo descrever o processo de adaptação transcultural de medida autorreferente para avaliação da percepção de fadiga.

Thalles Francisco Coutinho, no artigo O laser e as medidas mitigadoras proativas para a Segurança de Voo, objetivou apresentar breve estudo sobre medidas mitigadoras proativas referentes ao uso inadequado do laser que compromete a segurança operacional na atividade aérea.

Rogério Possi Júnior, no artigo Dificuldades em serviço na aviação civil brasileira – Panorama 2016, apresenta o resumo dos eventos de dificuldades em serviço de 2016, que foram comunicados à Agência Nacional de Aviação Civil por operadores, organizações de manutenção de produto aeronáutico ou por fabricantes.

Luís Carlos Batista Santos et al, no artigo Risco da Fauna na Aviação Brasileira: Aplicação da Análise de Correspondência para análise da relação entre Fase de Voo e Tipo de Reporte, apresentam uma aplicação de técnica estatística de Análise de Correspondência Simples para compreender a inter-relação de variáveis e interpretar os resultados de forma analítica para reportes de eventos de interesse com Fauna no Brasil. Este artigo também está disposto na seção Traduções.

Vivian Tosin Vaz, no artigo A implantação de standard operating procedures como instrumento gerencial da segurança operacional de empresas aeroagrícolas, teve como objetivo explicitar a necessidade de padronização dos procedimentos operacionais, bem como sua redação e publicação no formato de SOPs pelas empresas aeroagrícolas.

Assim, encerramos 2017 com três números publicados na nossa Revista e agradecemos a todos que contribuíram, direta e indiretamente, para o sucesso do nosso trabalho.

Nesta oportunidade, desejamos a todos os nossos leitores um 2018 com sucesso e com muita produção científica, que possa contribuir para a segurança de voo.

A todos, uma boa leitura!

*Adriana Mattos,
Editora-Gerente da RCS.*

Learning to Fly: O Papel da Aprendizagem na Segurança Operacional

Simone Kelli Cassiano¹

1 Mestra em Psicologia Social, do Trabalho e das Organizações pela Universidade de Brasília. Elemento Certificado – Fator Humano pelo CENIPA

RESUMO: As características presentes na aviação tornam necessários processos intermitentes de treinamento, a fim de promover o contínuo desenvolvimento profissional daqueles que atuam nesse contexto. Visando compreender a importância do adequado gerenciamento dos processos que garantem a proficiência dos profissionais atuantes no sistema aeronáutico, foi realizada uma revisão dos relatórios finais de investigações de acidentes aéreos da aviação civil investigados pelo Estado brasileiro. Selecionou-se apenas os casos que tiveram a participação de falhas em processos de formação, capacitação e treinamento como fator contribuinte. Um total de 67 relatórios finais foi analisado, referente a acidentes ocorridos no período de 2001 a 2015. Os resultados indicaram que falhas nos processos de formação, capacitação e treinamento estiveram presentes em acidentes nos quais foi possível observar falhas relativas às competências cognitivas e atitudinais dos profissionais envolvidos nas ocorrências. Os ensinamentos obtidos a partir das recomendações emitidas nos relatórios finais e das articulações teóricas propostas pela ciência do treinamento salientaram a necessidade de fomentar uma aprendizagem contínua e coletiva para aprimoramento dos resultados buscados pelas organizações do sistema aeronáutico.

Palavras Chave: Treinamento. Aprendizagem. Acidente aeronáutico.

Learning to Fly: The Role of Learning in Safety

ABSTRACT: The features in aviation make intermittent training processes necessary to promote the continuous professional development of those working in this context. Aiming to understand the importance of adequate processes management that guarantee the professional's proficiency working in the aeronautical system, a review of final reports of air accidents investigated by Brazilian State was performed. Only the cases in which failures related to formation, capacitation and training had some participation as contributing factor. A total of 67 final reports were analyzed, related to air accidents occurred from 2001 to 2015. The results indicated that failures in the formation, capacitation and training processes were present in air accidents in which was possible to observe failures related to cognitive and attitudinal competences of professionals involved in the occurrences. The lessons obtained from recommendations in the final reports and from theoretical articulations proposed by training science highlighted the need to promote a collective and continuous learning to improve the results sought by the organization of aeronautical system.

Key words: Training. Learning. Air Accident.

Citação: Cassiano, SK. (2017) Learning to Fly: O Papel da Aprendizagem na Segurança Operacional. *Revista Conexão Sipaer*, Vol. 8, No. 3, pp. 2-18.

1 INTRODUÇÃO

Desde as concepções filosóficas até as definições mais técnicas, a atividade de trabalho tem sido relacionada à expressão da capacidade humana de criar, produzir, desenvolver e desenvolver-se (MALVEZZI, 2015). Aprender é uma atividade inerente à condição humana, sem a qual não seriam viáveis o desenvolvimento e a adaptação aos mais diversos contextos, incluindo as organizações de trabalho.

Ciente dessa realidade, organizações em todo o mundo e em diferentes áreas de atividade realizam ações de treinamento, desenvolvimento e educação (TD&E). Eventos de TD&E visam ao desenvolvimento de conhecimentos, habilidades e atitudes (CHAs) necessários para se obter um melhor desempenho frente às atividades e desafios organizacionais (NOE; CLARK; KLEIN, 2014).

O presente artigo visa expor a relação entre a aprendizagem promovida no contexto aeronáutico e os níveis de segurança obtidos pela aviação brasileira. Para tanto, propôs-se a revisar os acidentes aeronáuticos sob a ótica dos fatores humanos. Nesse processo, foram analisadas as indicações de falhas relativas aos processos de formação, capacitação e treinamento aos quais os profissionais da aviação envolvidos em acidentes aéreos foram submetidos ao longo de sua trajetória profissional.

1.1 SEGURANÇA OPERACIONAL NA AVIAÇÃO CIVIL: UMA FILOSOFIA DE PREVENÇÃO

Não raramente, a questão da segurança do trabalho é permeada por questões relacionadas à atribuição de culpa. As organizações que compõem o sistema aeronáutico não estão isentas dessas práticas. Diante da ocorrência de acidentes aéreos, ainda ocorre a imputabilidade aos profissionais à frente da operação pelos resultados indesejáveis. Contudo, a explicação de acidentes pautada somente na identificação de falhas decorrentes da ação humana consiste em uma visão reducionista, o que limita as possibilidades de melhorias do nível de segurança operacional da aviação (DEKKER, 2006; REASON, 1997; 2008).

De acordo com a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), a Segurança Operacional pode ser definida como:

Estado em que o risco de lesões às pessoas ou danos aos bens se reduz e se mantém em um nível aceitável (NASO), ou abaixo deste, por meio de um processo contínuo de identificação de perigos e gerenciamento de riscos (ANAC, 2014).

Trata-se, portanto, de um processo contínuo de construção de métodos e práticas de gerenciamento, visando ao aperfeiçoamento da atividade humana e dos sistemas em aviação. Ao longo dos anos, profissionais da área e cientistas avançaram na compreensão de ocorrências aeronáuticas, o que resultou no desenvolvimento de saberes teóricos e metodológicos em prol da segurança operacional. Tais avanços viabilizaram o reconhecimento de que o erro humano consiste em uma consequência de falhas previamente existentes no sistema aeronáutico (DEKKER, 2006).

Essa concepção incide diretamente nas práticas e na filosofia adotada pelo Sistema de Prevenção e Investigação de Acidentes Aeronáuticos (SIPAER) em suas investigações. Visando elevar o nível de segurança da aviação brasileira, os esforços envidados pelo SIPAER estabelecem a prevenção de ocorrências aeronáuticas como condição básica e finalidade exclusiva de uma investigação de ocorrência aeronáutica (BRASIL, 2011). Desse modo, as investigações empreendidas nesse sistema podem ser consideradas uma estratégia reativa de prevenção de novas ocorrências.

De acordo com o SIPAER, ocorrências aeronáuticas na aviação civil podem ser classificadas como acidente, incidente grave ou incidente. O acidente relaciona-se à operacionalidade da aeronave e às consequências prejudiciais à vida humana ou à aeronave em decorrência da operação, sendo um evento de proporções graves. O incidente grave, em contrapartida, é caracterizado por eventos cujas “circunstâncias indicam que um acidente quase ocorreu” (BRASIL, 2011, p.126). Apresenta resultados diversos do acidente em si, sendo menos catastróficos. Por fim, o incidente pode ser definido como um evento que represente risco à segurança das operações durante a utilização da aeronave, sem que resulte em acidente (BRASIL, 2011).

Orientada para uma reflexão acerca desses pressupostos normativos, a produção teórica adota perspectivas mais amplas, na qual o acidente é compreendido como um fenômeno organizacional. Assim, concebe-se a investigação como uma tentativa de elucidar os processos por meio dos quais um acidente se configura. Consequentemente, essa perspectiva mais abrangente implica na necessidade de análise dos elementos presentes no sistema e das relações que se estabelecem a partir de diversas conexões:

“Todo acontecimento (incidente ou acidente) é iniciado por causas diretas, imediatas, técnicas e/ou humanas (erros), mas sua ocorrência e/ou seu desenvolvimento é induzido, favorecido, precipitado por causas e condições subjacentes (fatores complexos) organizacionais” (MAGNE; VASSEUR apud LLORY; MONTMAYEUL, 2014, p.82).

Essa perspectiva implica no reconhecimento de que toda ocorrência aeronáutica tem como precedente uma situação de falha do sistema sociotécnico, a qual é inerente ao próprio sistema em função de seu dinamismo e complexidade. Desse modo, o próprio sistema possui em si fatores que geram variabilidade e impõem desafios contínuos, o que requer gerenciamento de risco adequado a essas características. Portanto, embora haja envolvimento de aspectos técnicos, ocorrências aeronáuticas são, em última análise, de natureza organizacional. Tal fato é sustentado pelo pressuposto de que, na maior parte dos casos, acidentes englobam eventos técnicos e organizacionais, bem como decisões favoráveis ou não à segurança.

Decisões gerenciais e políticas organizacionais são aspectos de suma relevância para o âmbito da segurança operacional, pois refletem diretamente nas ações adotadas em função da necessidade de correções para gerenciamento das vulnerabilidades e das resiliências do sistema (HOLLNAGEL; PARIÈS; WOODS; WREATHALL, 2011). O processo de degradação da segurança em um sistema complexo não ocorre linearmente, pois fenômenos de resiliência no interior da organização exercem função protetiva que podem conter, restringir ou retardar o efeito de tal degradação. Quando há falha desses mecanismos protetivos, ações diretas podem resultar em falhas e desencadear uma série de eventos que culmina em ocorrências aeronáuticas (LLORY; MONTMAYEUL; 2014; MAURINO; REASON, 1997; 2008).

Entre os mecanismos protetivos existentes, evidencia-se a necessidade de atentar para a forma como a inserção e a manutenção dos profissionais no contexto estão sendo elaboradas. A concepção de que o ser humano se desenvolve por meio das atividades e relações de trabalho tem estreita relação com as atuais perspectivas de gerenciamento da segurança operacional.

Ações de Treinamento, Desenvolvimento e Educação (TD&E) consistem em uma importante ferramenta de desenvolvimento aplicada nos contextos profissionais. Têm por finalidade gerar a adaptação do indivíduo (ou equipe) por meio do desenvolvimento de habilidades e competências que, em geral, são exigidas para a execução das atividades humanas (CHIAVENATO, 2010; MALVEZZI, 2015). Ressalta-se a importância dessas atividades para lidar com situações de emergência e para desenvolver nos profissionais a adesão aos procedimentos de segurança, a partir de uma educação contínua no ambiente de trabalho.

1.2 APRENDIZAGEM NO TRABALHO: DESAFIOS ORGANIZACIONAIS E DESENVOLVIMENTO PROFISSIONAL

A aprendizagem se configura como um processo psicológico que permite ao ser humano o desenvolvimento de competências essenciais à sua interação com o meio. Nos contextos de trabalho, em especial naqueles mais dinâmicos e complexos, aprender consiste em uma capacidade cada vez mais requerida para garantir um adequado desempenho humano

(KRAIGER; CAVANAGH, 2015). Além disso, tem se destacado como um dos fatores capazes de promover a aquisição de vantagem competitiva nas organizações (ROMAN et al, 2012).

Caracterizadas como um sistema aberto, as organizações apresentam um funcionamento que pode ser esquematizado em um sistema de inputs (entradas) e outputs (saídas). Nessa perspectiva, as organizações promovem um processo de transformação por meio do qual são capazes de oferecer seus produtos ou serviços. Para tanto, recebem recursos materiais, financeiros e humanos (inputs); processam tais recursos; devolvendo-os ao ambiente externo na forma de produtos, serviços ou informações (outputs); conforme sintetizado pela Figura 1.



Figura 1 - Sistema de transformação nas organizações.

Ressalta-se que, ao longo de todo o processo, o meio externo também exerce sua influência. Trata-se de uma perspectiva integralizada, em que a organização é assumida como parte interdependente de seu ambiente. Portanto, a atividade laboral deve ser compreendida e estimulada a partir de uma análise contextualizada da ação humana. Tal reconhecimento está relacionado à ampliação das preocupações relativas ao desenvolvimento profissional como ponto relevante para a promoção de estratégias de sobrevivência da organização (WAGNER III; HOLLENBECK, 2009).

Para atender a essas demandas, o subsistema de treinamento das organizações despende esforços voltados ao contínuo aprimoramento dos profissionais e das equipes de trabalho, por meio de ações de TD&E. Essas ações contemplam três dimensões relevantes: I) a intencionalidade, visto que todo treinamento busca o aprimoramento do desempenho profissional; II) o controle, pois demanda o gerenciamento de todas as etapas que envolvem desde a identificação da necessidade de treinamento até a avaliação de sua efetividade; e III) a natureza processual do treinamento, que inclui o planejamento dos recursos, estratégias e métodos empregados para a promoção da aprendizagem (PANTOJA; PORTO; MOURÃO; BORGES-ANDRADE, 2005).

Ressalta-se que tais dimensões devem ser essencialmente consideradas pois, quando adequadas, garantem o foco e a objetividade das ações de treinamento e subsidiam as avaliações futuras de desempenho, uma vez que explicitam tanto a lacuna que origina a necessidade do treinamento quanto os CHAs desejados pela organização. As teorias instrucionais contribuem para o alcance desses resultados, pois possuem um caráter prescritivo que auxiliam no desenvolvimento de eventos instrucionais e descrevem o modo pelo qual condições externas podem facilitar o processo de aprendizagem (ABBAD; NOGUEIRA; WALTER, 2006; KOPER; OLIVIER, 2004).

Ao fundamentar-se nessa perspectiva, o subsistema de treinamento pode ser considerado uma ferramenta fundamental para a gestão por competências, a qual consiste em um sistema organizacional que emergiu como uma tecnologia alternativa aos modelos organizacionais tradicionais (BRANDÃO; GUIMARÃES, 2001). Sua contribuição para o alcance dos objetivos organizacionais destacou-se pelo reconhecimento de que “o domínio de certos recursos é determinante do desempenho superior de uma organização” (BRUNO-FARIA; BRANDÃO, 2003, p.36). Tal concepção incentivou as organizações a valorizarem o desenvolvimento de competências profissionais de forma contínua e sistematizada (CHIAVENATO, 2010).

Incluem-se nesse cenário as organizações que compõem o sistema aeronáutico, uma vez que lidar com a complexidade e dinamismo desse contexto demanda do ser humano um aprimoramento contínuo, obtido por meio do desenvolvimento de competências profissionais que atendam às exigências da atividade aérea. Essa necessidade se acentua devido a: I) contínuas mudanças experimentadas pelo setor aéreo; II) aumento exponencial das atividades aéreas; III) inclusão de recursos tecnológicos avançados; IV) diversificação de modelos de aeronaves; e V) variedade de emprego do modal aéreo (KERN, 2001).

Para responder a tantos desafios, a aviação civil dispõe de um robusto arcabouço de normas e legislações que visam à padronização da atuação profissional no sistema. Os requisitos para formação e habilitação dos profissionais são expressos em regulamentos específicos, tais como o Regulamento Brasileiro da Aviação Civil 61- RBAC 61 (BRASIL, 2016), para pilotos;

Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica 63 - RBHA 63 (BRASIL, 2006) para mecânicos de voo e comissários; e Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica 65 - RBHA 65 (BRASIL, 2013) para despachantes de voo e mecânicos de manutenção aeronáutica.

Além das regulamentações especificamente voltadas ao processo de formação e habilitação desses profissionais, são considerados outros requisitos essenciais para regulamentação das diferentes operações aéreas nas quais o modal aéreo é empregado. Alguns desses regulamentos estão sintetizados na Tabela 1.

Regulamento	Tipo de Aviação
RBHA 91	Aviação geral
RBAC 121	Aviação de transporte regular
RBAC 129	Operadores aéreos estrangeiros
RBAC 135	Aviação de Táxi aéreo
RBAC 137	Aviação agrícola

Tabela 1 - Regulamentos da aviação civil brasileira.

Nas normativas apresentadas, constam aspectos que tangem ao atendimento das exigências relativas a cada operação. Esse escopo normativo agrega algumas características peculiares à aprendizagem no sistema aeronáutico, pois denota a necessidade de adaptação do indivíduo às especificidades e desafios impostos pelo contexto de operação.

1.3 VOAR E FAZER VOAR: APRENDIZAGEM NO CONTEXTO DA SEGURANÇA OPERACIONAL

A aviação se caracteriza como um sistema sociotécnico complexo e dinâmico. Diante das necessidades impostas pelo contexto aeronáutico, cada vez mais são requeridos mecanismos de desenvolvimento de competências profissionais e de manutenção da proficiência. Tais mecanismos são constituídos a partir da definição de processos organizacionais, os quais se definem como atividades sobre as quais qualquer organização mantém um grau razoável de controle direto (SPECTOR 2002).

Esses processos não são estanques, pois a variedade e complexidade que caracterizam as operações aéreas envolvem diferentes equipamentos, tecnologias e cenários. Essas características tornam necessários processos intermitentes de treinamento, visando ao contínuo desenvolvimento profissional daqueles que atuam nesse contexto.

Devido às exigências impostas pela atividade aérea, um dos profissionais mais enfocados nesses processos tem sido o aviador. No que tange às exigências relativas ao desempenho do piloto, o alcance do êxito na pilotagem demanda que a formação profissional ocorra de forma sequencial, gradual e adequada à complexidade da tarefa (BRASIL, 2004). Para garantir que competências psicomotoras, cognitivas e emocionais sejam desenvolvidas de forma satisfatória, esse processo de formação exige sistematização e controle. Como suporte à garantia da qualidade, tal processo é regido por autoridades aeronáuticas. No Brasil, a ANAC é a responsável pela regulação, fiscalização e acompanhamento da formação de pilotos atuantes na aviação civil.

Apesar de reconhecer a necessidade de proficiência para evitar as consequências dos riscos envolvidos na aviação, ainda persistem nas organizações processos deficitários de formação, capacitação e treinamentos. Essas falhas contribuem para a redução da segurança operacional. Dados mundiais da aviação indicam que entre 60 a 80% dos casos registrados de acidentes aeronáuticos têm ocorrido a partir da contribuição dos fatores humanos (SALAS; BURKE; BOWERS; WILSON, 2001).

De acordo com o Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos [CENIPA], esses dados também podem ser observados no cenário brasileiro. Investigações finalizadas de acidentes ocorridos no período de 2007 a 2016¹ indicaram majoritária contribuição de aspectos relacionados ao desempenho humano (fator operacional e fator humano), em detrimento de aspectos relacionados à aeronave (fator material)², conforme observa-se na Figura 2.

¹ Os dados apresentados são relativos à 1556 acidentes ocorridos entre 2007 e 2016, conforme as informações constantes no Painel SIPAER (CENIPA, 2017), consultado em 13 de julho de 2017. Ressalta-se que os dados do Painel SIPAER são continuamente atualizados pelo CENIPA. Investigações de ocorrências aeronáuticas possuem uma natureza dinâmica. Devido ao tempo demandado para a conclusão do processo investigativo, o número de ocorrências investigadas no período referenciado está sujeito a acréscimos, caso novas investigações sejam concluídas em 2017 ou nos anos subsequentes.

² Os fatores contribuintes para ocorrências aeronáuticas investigadas pelo Estado brasileiro classificam-se de acordo com a área de abordagem da segurança operacional, contendo os fatores humanos (aspectos médico e psicológico); o fator operacional; e o fator material. Para mais informações sobre essas áreas de investigação, recomenda-se a consulta ao MCA 3-6. Manual de Investigação do SIPAER (BRASIL, 2011).

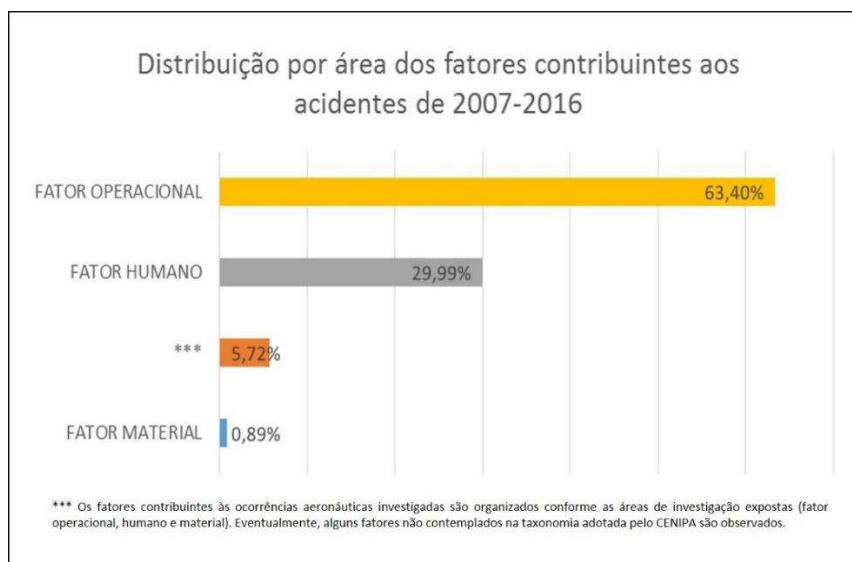


Figura 2 - Porcentagem de contribuição de fatores para ocorrências aeronáuticas entre 2007 a 2016. Fonte: Painel SIPAER (CENIPA, 2017).

Esse cenário evidencia a relevância da atuação humana para que a atividade aérea possa ser exercida de forma segura e eficaz. Embora a engenharia aeronáutica e a incorporação de recursos tecnológicos tenham reduzido parcialmente o risco das operações aéreas, algumas funções exercidas pelo ser humano são insubstituíveis.

O ser humano é, fundamentalmente, o elo que torna a segurança operacional uma realidade. Apesar da vulnerabilidade e falibilidade inerente à sua condição, o ser humano é também o elemento que garante a adaptabilidade e flexibilidade exigidas em um contexto dinâmico e complexo como a aviação (DEKKER, 2006; REASON, 2008).

Ciente dessa realidade, deve-se considerar que a garantia de um desempenho humano eficiente é correlata à qualidade dos processos de aprendizagem nos quais o profissional da aviação se insere. Em função das características desse contexto e de suas demandas, a atividade aérea exige uma aprendizagem contínua dos diferentes profissionais atuantes no sistema aeronáutico. Falhas e deficiências nesses processos de aprendizagem acarretam elevação do risco operacional e comprometem a capacidade humana de lidar com os desafios impostos pela aviação.

Os dados empíricos relativos à aviação brasileira corroboram tal afirmativa. A partir da análise de 766 Relatórios Finais publicados, relativos a acidentes ocorridos no Brasil no período de 2006 a 2015, foi observado que, dentre 66 fatores contribuintes³ possíveis, o fator contribuinte “instrução”, relativo ao fator operacional, esteve presente em 141 ocorrências; enquanto no âmbito dos fatores humanos, 55 casos envolveram falhas relativas à formação, capacitação e treinamento (CENIPA, 2016)⁴. Esse cenário pode ser considerado um indicativo de que os riscos e falhas relativas aos processos de aprendizagem podem acarretar prejuízos ao desempenho humano e, conseqüentemente, à segurança operacional.

No âmbito da investigação de ocorrências aeronáuticas conduzidas pelo Estado brasileiro, aspectos voltados à formação, capacitação e treinamento são abordados como possível fator contribuinte na produção das ocorrências. Esse fator contribuinte é sumariamente resumido como:

“Processo educacional através do qual os recursos humanos de uma organização desenvolvem eficiência no seu trabalho, presente e futuro, aprimorando hábitos de pensamento, ação, habilidades, conhecimentos e atitudes que possibilitem desempenhar suas atividades naquele contexto operacional” (BRASIL, 2011, p.104).

Ao considerar falhas relativas aos processos de aprendizagem como possíveis fatores contribuintes às ocorrências aeronáuticas, o processo investigativo demanda uma análise cuidadosa e multidisciplinar. Nessa perspectiva, considera-se a influência dessas falhas no desempenho humano. Para tanto, são relevantes características individuais, das tarefas desempenhadas e, não obstante, do contexto organizacional.

Esse diagnóstico, quando realizado no âmbito da investigação em prol da segurança de voo, pauta-se no reconhecimento da natureza multideterminada da produção de acidentes. Na aviação, analisar contextualmente a ação humana implica em

³ A taxonomia constante no MCA 3-6 (BRASIL, 2011) inclui, atualmente, 66 fatores contribuintes que se dividem conforme a área de investigação (fator operacional, fator humano e fator material). Ressalta-se que uma ocorrência aeronáutica envolve, na maior parte dos casos, a identificação de vários fatores contribuintes em um mesmo relatório, pois baseia-se na perspectiva de que o acidente é produzido a partir de vários fatores que, quando combinados, afetam negativamente o nível de segurança operacional.

⁴ Informações relativas apenas às ocorrências aeronáuticas classificadas como acidentes e que tiveram sua investigação concluída até a data de elaboração do panorama estatístico. Ressalta-se que o número total de acidentes com investigação concluída no período está sujeito a alterações, devido à complexidade do processo investigativo e o tempo demandado para sua conclusão.

reconhecer que falhas humanas não são as causas exclusivas de acidentes, são consequências de falhas existentes no sistema (DEKKER, 2006). Somente a partir da identificação dessas falhas precursoras, será possível elaborar e propor recomendações efetivas de melhorias do nível de segurança operacional do sistema aeronáutico (DEKKER, 2006; REASON, 2008).

Esse processo é sintetizado por meio das Recomendações de Segurança de Voo (RSV)⁵, emitidas nos Relatórios Finais das investigações concluídas pelo CENIPA. No que tange às falhas relativas aos processos de aprendizagem, as recomendações e proposições de melhorias podem ser fortalecidas pela incorporação do conhecimento produzido na área de aprendizagem no trabalho.

1.4 A CIÊNCIA DO TREINAMENTO: 100 ANOS DE CONHECIMENTO DISPONÍVEL

Os avanços na área de TD&E contribuíram para o reconhecimento do treinamento como ciência (ABBAD; PILATI; PANTOJA, 2003; SALAS; CANNON-BOWERS, 2001). Os conhecimentos pertinentes à área evidenciam a relevância de características individuais e organizacionais, bem como de variáveis afetas ao próprio treinamento para a efetividade e êxito dos eventos de TD&E.

Dentre as características dos treinamentos, os objetivos instrucionais consistem em aspectos relevantes a serem considerados, pois orientam os processos organizacionais e a estruturação organizacional necessária ao desenvolvimento de competências profissionais (ABBAD; BORGES-ANDRADE, 2014). Para definição de resultados de treinamentos, tem sido indicado o uso de taxonomias de objetivos educacionais.

A taxonomia proposta por Bloom (1972, 1974 apud ABBAD; BORGES-ANDRADE, 2014) apresenta uma organização em domínios de aprendizagem pautados em princípios organizadores de ordem cognitiva (princípio da complexidade); afetiva (princípio de internalização); e psicomotora (princípio da automatização). Tais domínios são articulados e não podem ser considerados de forma isolada na análise das ações humanas, especialmente na aviação.

Ressalta-se que, no contexto de trabalho, a aprendizagem de novos conhecimentos, habilidades e atitudes não é suficiente para garantir a efetividade do treinamento. De fato, as pesquisas na área de TD&E destacam a necessidade de considerar a aplicabilidade dessas competências no contexto de trabalho (ABBAD; PILATI; BORGES-ANDRADE; SALLORENZO, 2012). As estratégias mais adequadas aos treinamentos organizacionais devem considerar não apenas o perfil dos profissionais, como as condições oferecidas pelo contexto de atuação.

Assim, uma situação de aprendizagem não se limita aos seus recursos ou objetos, pois se define pelo tipo de diade colaborativa e de suporte estrutural oferecido na construção do conhecimento (RICHTER; NEJDL; ALLERT, 2002). Portanto, para que as situações de aprendizagem sejam efetivas, devem se aproximar da realidade dos profissionais, facilitando o desenvolvimento e a transferência dos CHAs.

Para cada tipo de aprendizado, são necessárias condições internas e externas diferentes (GAGNÉ; MEDSKER, 1996). As capacidades intelectuais, motoras e atitudinais que cada indivíduo apresenta em função de seu desenvolvimento anterior ao treinamento consistem em condições internas de aprendizagem. Em contrapartida, as condições externas remetem ao ambiente de aprendizagem proporcionado e podem ser consideradas requisitos do evento instrucional que devem ser garantidos para que se obtenha um ambiente propício à aprendizagem (PILATI, 2004).

Ainda, tem sido apontado que situações de aprendizagem mais efetivas envolvem os treinandos em resolução de problemas (KOPER; OLIVIER, 2004). Contextos realísticos de aprendizagem também têm sido amplamente incentivados. Por fim, ações de TD&E podem ser associadas à aprendizagem informal, decorrente da exploração de elementos da experiência de trabalho que são críticos para desenvolver diferentes competências (BELL; TANNENBAUM; FORD; NOE; KRAIGER, 2017; NOE; CLARK; KLEIN, 2014).

Para atingir esses resultados, uma possibilidade é oferecida pelo método *learning by doing*. Trata-se de uma proposta pautada no princípio de que, para que se aprenda a fazer, é necessário que se crie oportunidades de realização concreta do trabalho. Explora cenários orientados a metas que norteiem os processos de aprendizagem (SCHANK; BERMAN; MACPHERSON, 1999).

Há também propostas que enfatizam a aprendizagem baseada na solução colaborativa de problemas (AGUINIS; KRAIGER, 2009). Esse método ressalta a aprendizagem como decorrente de processos de resolução de problemas em grupos e equipes. Tal abordagem é adequada às situações que requerem competências mais complexas, relacionadas a tarefas que apresentam vários modos de se obter êxito em sua resolução (NELSON, 1999).

Independentemente da perspectiva metodológica adotada pela organização, ressalta-se a necessidade de que mecanismos sejam desenvolvidos no contexto de trabalho, com a finalidade de otimizar a transferência de conhecimento entre os diferentes níveis hierárquicos e diferentes setores (EVANS; KERSH, 2015). Desse modo, o desenvolvimento de ações de TD&E no contexto organizacional compõem um subsistema fundamental para o provimento de informações, oferecimento do feedback

⁵ Recomendações de Segurança de Voo (RSV) são orientações que a Autoridade Aeronáutica ou Elo-SIPAER emitem, visando eliminar ou mitigar o risco de uma condição latente ou a consequência de uma falha ativa.

(retroalimentação) e constante aperfeiçoamento do sistema (BORGES-ANDRADE; ABBAD; MOURÃO, 2012). A Figura 3 representa esquematicamente esse subsistema.

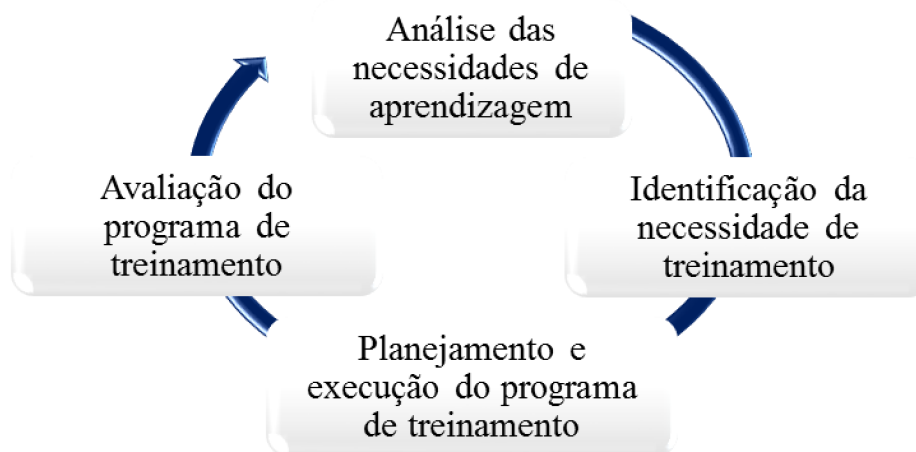


Figura 3 - Subsistema de TD&E (Adaptado de Borges-Andrade, Abbad, e Mourão, 2012).

Quando adequadamente instalado, o subsistema de TD&E da organização se apresenta como uma importante ferramenta para a promoção de um ambiente favorável ao desenvolvimento profissional e à organização. Para a promoção do aprimoramento contínuo, os membros da organização necessitam de espaço para expor ideias e opiniões. Esse ciclo poderá influenciar subsequentes procedimentos de trabalho (EVANS; KERSH, 2015).

Em contrapartida, falhas relativas ao gerenciamento impróprio do subsistema de TD&E podem comprometer a qualidade dos processos de trabalho e a segurança das ações laborais desenvolvidas (GAULD, 2015). Na aviação, deficiências nos processos de formação, capacitação e treinamento são precursoras de falhas no desempenho humano e, por conseguinte, constituem fatores contribuintes para ocorrências aeronáuticas.

Com base no exposto, o presente trabalho propôs-se a relacionar a ocorrência de acidentes aeronáuticos às falhas em processos de aprendizagem propiciados pelo contexto da aviação. Essa análise justifica-se pela possibilidade de promover conhecimento necessário à promoção de melhorias afetas à segurança operacional, a partir da articulação entre os conhecimentos produzidos pela ciência do treinamento e as lições obtidas em investigações focadas na elevação dos níveis de segurança de voo da aviação brasileira.

2 MÉTODO

2.1 ÁREA DE ESTUDO

Esse trabalho trata-se de uma pesquisa descritiva, de natureza aplicada, que visa à produção de conhecimento acerca do impacto das falhas em processos de aprendizagem na segurança operacional do contexto da aviação. Consiste em uma pesquisa de caráter documental, tendo uma base primária para análise, composta a partir de Relatórios Finais de ocorrências aeronáuticas investigadas pelo Estado brasileiro e classificadas como acidente.

2.2 BASE DE DADOS

Os Relatórios Finais utilizados na pesquisa podem ser acessados por meio da homepage do CENIPA, em <http://www2.fab.mil.br/cenipa>. Contudo, foram selecionados e obtidos por meio do Painel SIPAER (CENIPA, 2017), gerenciado pela referida instituição.

Os dados foram extraídos de uma base de dados que continha um total de 1254 Relatórios Finais de acidentes da aviação civil⁶. Esse número é correspondente à consulta realizada em julho de 2017 e está sujeito a alterações, sendo possível o acréscimo em função da conclusão de novas investigações de acidentes ocorridos no referido período.

Os Relatórios Finais (RF) analisados correspondiam a investigações de acidentes concluídas no período de 2001 a 2015. Após o processo de seleção e inclusão/exclusão de Relatórios Finais, a amostra final utilizada para análise foi composta por 67

⁶ Dados da aviação militar não estão inclusos nos dados citados, visto que o Painel SIPAER (CENIPA, 2017) gerencia apenas ocorrências no âmbito da aviação civil.

Relatórios Finais de acidentes aeronáuticos investigados pelo CENIPA, órgão do Brasil responsável pela investigação de ocorrências aeronáuticas.

2.3 PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS

O processo de seleção e revisão de Relatórios Finais ocorreu de forma sistematizada, considerando os seguintes critérios de inclusão: a) Relatórios Finais cuja ocorrência tenha sido classificada como acidente; e b) ocorrências que contenham o fator contribuinte “Formação, capacitação e treinamento”⁷, conforme a taxonomia adotada pelo CENIPA. A Figura 4 expõe o processo de revisão empregado.

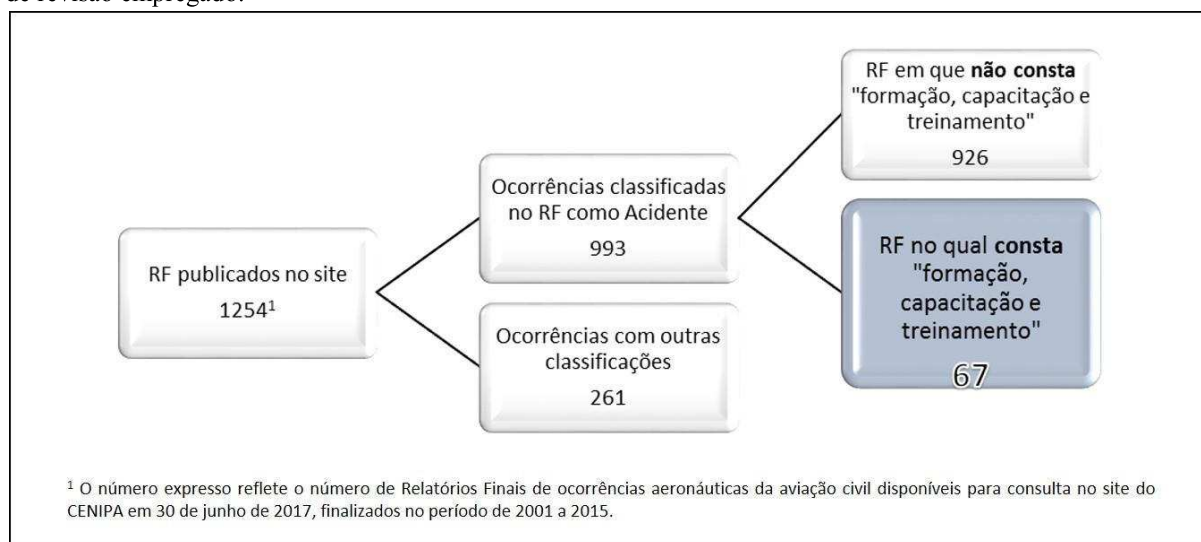


Figura 4 - Processo de seleção e inclusão de Relatórios Finais (RF) na revisão da pesquisa.

2.4 PROCEDIMENTO DE ANÁLISE DE DADOS

Os Relatórios Finais analisados foram agrupados conforme: a) o tipo de operação na qual a aeronave acidentada estava envolvida; b) o tipo de ocorrência que originou o acidente; c) os fatores contribuintes correlatos; e d) recomendações de segurança de voo geradas a partir da identificação de falhas relativas à formação, capacitação e treinamento.

3 RESULTADOS

3.1 ACIDENTES AÉREOS NA AVIAÇÃO CIVIL BRASILEIRA: A APRENDIZAGEM EM FOCO

O panorama estatístico das ocorrências aeronáuticas na aviação civil dos últimos dez anos (2006-2017) aponta informações descritivas relativas aos acidentes ocorridos no referido período, independentemente da conclusão ou não de seu processo investigativo. Os dados podem ser observados na Figura 5.

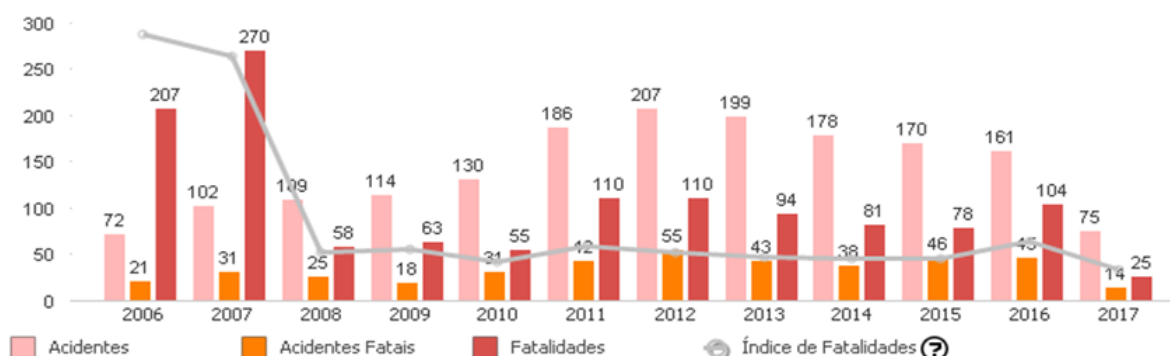


Figura 5 - Panorama dos acidentes aeronáuticos no Brasil no período 2006-2017. Fonte: Painel SIPAER (CENIPA, 2017).

⁷ Ressalta-se que que uma ocorrência pode conter mais de um fator contribuinte. Tal fato, portanto, inspira cuidados ao realizar cálculos percentuais utilizando essas informações, conforme exposto no FCA 58-1 (CENIPA, 2016).

Com base nos dados expostos, é possível verificar que houve uma redução no número de acidentes aeronáuticos a partir de 2013. Embora a tendência à redução seja sempre um resultado satisfatório para a segurança de voo, ressalta-se que, no ano de 2016, o número de fatalidades não acompanhou a mesma tendência à redução observada nos anos anteriores. Ao todo, no referido ano foram contabilizadas 104 mortes.

No período de realização da pesquisa, os dados obtidos em relação às falhas de **formação, capacitação e treinamento** compreenderam acidentes ocorridos entre 2001 e 2015. A distribuição das 67 ocorrências ao longo dos anos pode ser observada na Figura 6.

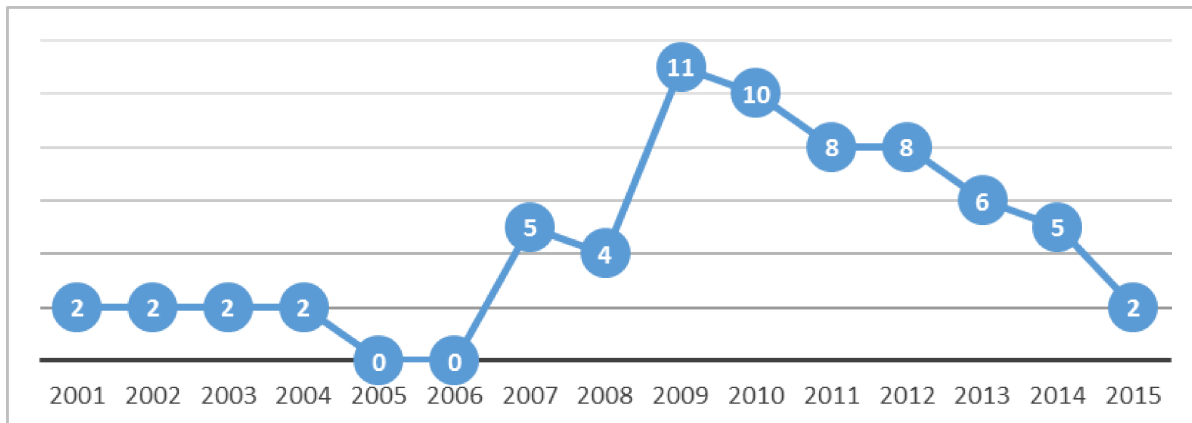


Figura 6 - Distribuição de acidentes com a contribuição de falhas de ‘formação capacitação e treinamento’ ao longo dos anos.

Ressalta-se que, devido à natureza complexa da investigação de ocorrências aeronáuticas, os números são sujeitos à variação ao longo do tempo. Tais mudanças ocorrem em função da possibilidade de conclusão de novas ocorrências a qualquer momento, mesmo após transcorridos anos da data da ocorrência⁸.

Dentre as 67 investigações concluídas, as tipificações das ocorrências foram variadas. Contudo, 68,6% concentraram-se em cinco classificações mais frequentes, conforme exposto na Figura 7.

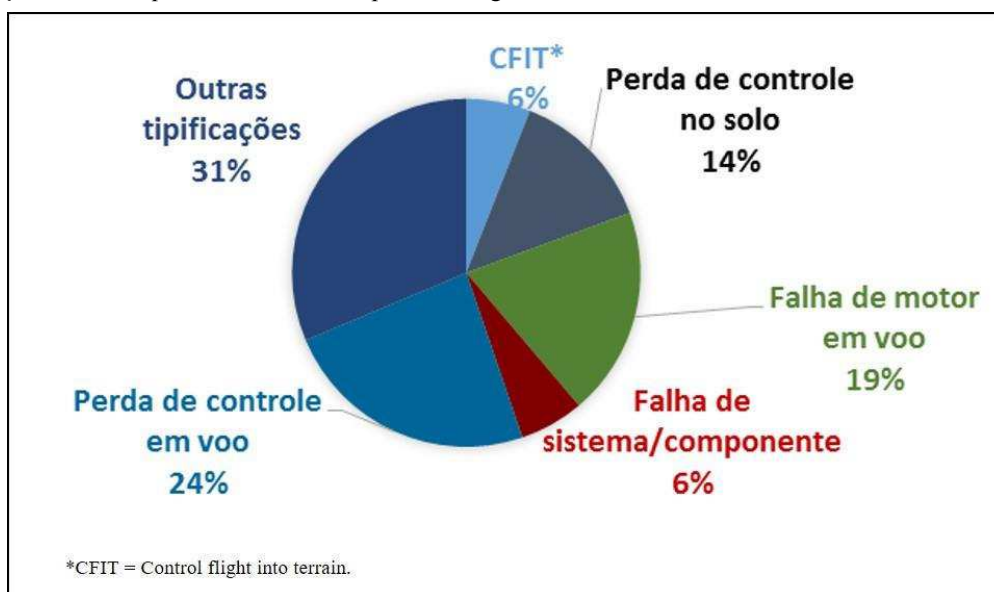


Figura 7 - Distribuição de acidentes com a contribuição de falhas de ‘formação capacitação e treinamento’ conforme tipo de ocorrência.

Perda de controle em voo correspondeu a 24% dos acidentes analisados, somando 16 das 67 ocorrências que compuseram a amostra do estudo. Falhas de motor em voo (13) e Perda de controle no solo (9) também atingiram níveis destacados. Outras tipificações com menor recorrência incluíram acidentes classificados como: Pane seca (3), Desorientação (3), Colisão em voo com obstáculo (3), Pouso brusco (2), dentre outros. As situações de voo que originaram os acidentes aeronáuticos englobaram diferentes modelos de aeronave; variações na composição de tripulação; condições meteorológicas e de infraestruturas

⁸ Essa questão temporal também pode ser considerada para justificativa da ausência de “formação, capacitação e treinamento” como fator contribuinte em acidentes que ocorreram nos anos mais recentes, visto que muitas ocorrências de 2016 e 2017 ainda permaneciam em aberto à época da consulta para desenvolvimento dessa pesquisa.

diversificadas. Não obstante, os acidentes variaram conforme o emprego do vetor aéreo em circunstâncias específicas de cada contexto de operação. Contudo, houve predominância de voos regidos pelo Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica nº 91 - RBHA 91 (BRASIL, 2003), que estipula as regras gerais de operação de aeronaves civis, conforme ilustra a Figura 8.

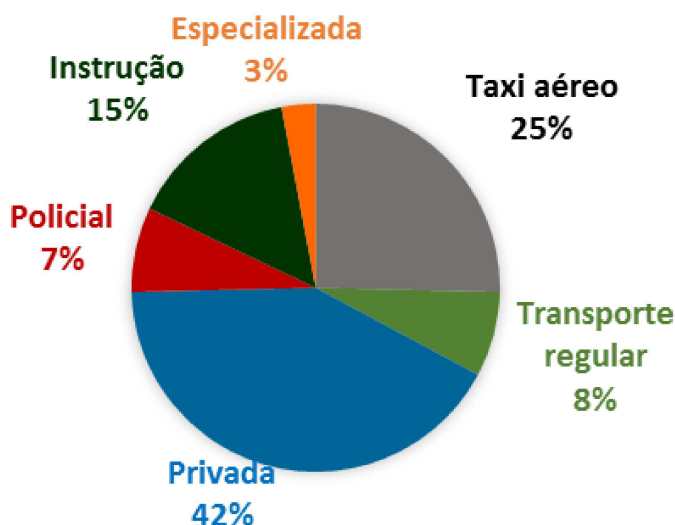


Figura 8 - Distribuição de acidentes com a contribuição de falhas de ‘formação capacitação e treinamento’ conforme tipo de operação⁹.

3.2 FATORES CONTRIBUENTES IDENTIFICADOS: UMA PERSPECTIVA AMPLIADA DO ACIDENTE AÉREO NA AVIAÇÃO CIVIL

Nas ocorrências analisadas, foram identificados fatores operacionais e humanos que contribuíram para a degradação dos níveis de segurança das operações, à medida que influenciaram negativamente o desempenho humano. As falhas relativas a esses fatores, associadas às falhas relativas aos processos de formação, capacitação e treinamento observadas, contribuíram para a produção dos acidentes investigados. A Figura 9 expõe os principais fatores operacionais identificados.

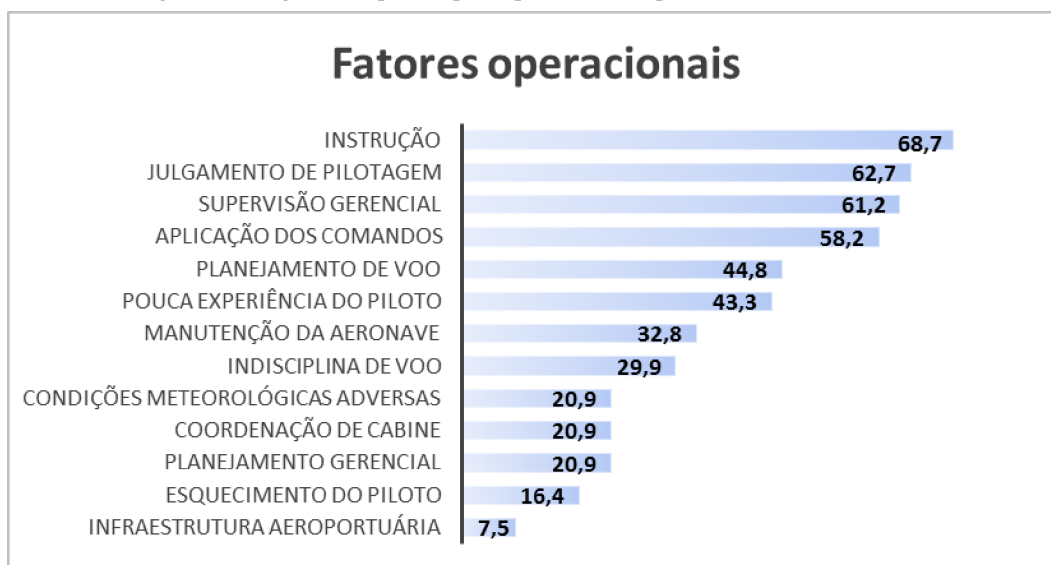


Figura 9 - Fatores operacionais presentes nas ocorrências analisadas.

O fator contribuinte “Instrução” reflete aspectos relativos às deficiências e inadequações no processo de aprendizagem e aquisição de novas competências exigidas ao desempenho profissional. Tal enfoque justifica sua correlação com falhas relativas aos processos estabelecidos pela organização voltados à formação, capacitação e treinamento, visto que esteve presente em 68,7% (46) das ocorrências analisadas. Aspectos relacionados a inadequações do desempenho humano também foram encontrados, tais como falhas no julgamento de pilotagem (62,7%; 42 ocorrências); na aplicação dos comandos (58,2%; 39 ocorrências). Houve ainda a contribuição da pouca experiência do piloto em 43,3% (29 ocorrências).

⁹ Para classificação do tipo de operação relativo ao acidente analisado, foram utilizadas as informações constantes em cada relatório final, em consonância com a taxonomia adotada no FCA 58-1 (CENIPA, 2016).

No que tange aos aspectos operacionais, a influência de fatores organizacionais nos acidentes pôde ser observada por meio da participação de falhas relativas à supervisão gerencial em 61,2% (41) das ocorrências analisadas ou no planejamento do voo (44,8%; 30 ocorrências). Nas investigações de ocorrências aeronáuticas, também são exploradas as contribuições dos fatores humanos, os quais estão voltados para os condicionantes individuais, psicossociais e organizacionais que influenciam o desempenho humano (aspecto psicológico), bem como aspectos físicos, fisiológicos e patológicos que afetam o indivíduo (aspecto médico). Os principais fatores contribuintes dessa área que estiveram presentes nos acidentes estão expostos na Figura 10.

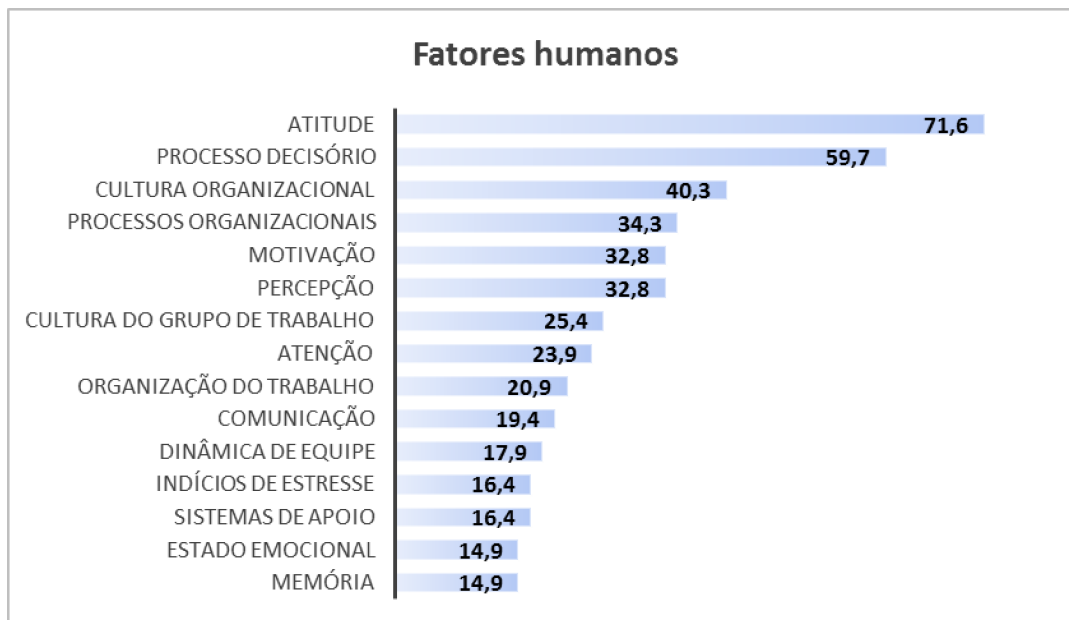


Figura 10 - Fatores humanos presentes nas ocorrências analisadas.

Os dados expostos indicaram que houve uma participação significativa de falhas relativas ao fator contribuinte “atitude” nas ocorrências em que foram observadas deficiências nos processos de formação, capacitação e treinamento (71,6%; 48 ocorrências). Ressalta-se que tal fator engloba aspectos relativos à inobservância de procedimentos, posturas inadequadas frente às situações de trabalho, tais como falta de assertividade e passividade; excesso de autoconfiança; impulsividade; exibicionismo; dentre outras. Desse modo, tal resultado reflete que as falhas nos processos de treinamento podem comprometer o desenvolvimento de atitudes necessárias para promover atitudes necessárias à atuação em um sistema complexo e de alto risco como a aviação. Essas falhas têm contribuído para a promoção de condições inseguras do exercício profissional, levando a atos inseguros que favoreceram a ocorrência dos acidentes analisados.

Similarmente aos resultados relativos ao fator operacional, cujos fatores refletiram falhas no desempenho humano em alguns casos, foi possível observar a contribuição de inadequações no processo decisório dos profissionais em 59,7% (40) das ocorrências. Contudo, destacou-se também a contribuição de aspectos organizacionais. Nos acidentes em que deficiências de formação, capacitação e treinamento foram observadas, havia também uma cultura organizacional fragilizada no que se referia à segurança operacional em 40,3% dos casos (27 ocorrências). Falhas na sistematização ou controle dos processos organizacionais contribuíram em 34,3% (23) dos acidentes. Aspectos médicos relacionados aos indivíduos apresentaram pouca participação nessas ocorrências, sendo mais frequente desorientação (7,5%; 5 ocorrências) e fadiga (6%; 4 ocorrências). Houve também baixa articulação entre falhas relacionadas ao fator material e falhas de formação, capacitação e treinamento, conforme exposto na Figura 11.

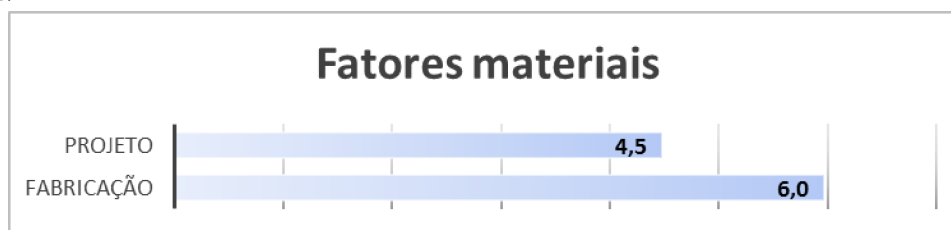


Figura 11 - Fatores materiais presentes nas ocorrências analisadas.

Apesar da baixa associação com o fator material, as falhas observadas foram referentes ao projeto da aeronave (7,5%; 4 ocorrências) e à fabricação da aeronave (6%; 3 ocorrências), as quais poderiam gerar condições de imprevisibilidade que poderiam não ser efetivamente abordadas pelos processos de formação, capacitação e treinamento dos profissionais.

3.3 RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA DE VOO (RSV): OUTROS VOOS, NOVOS RUMOS

Em relação aos processos de treinamento que são realizados pelos profissionais atuantes no contexto aeronáutico, as recomendações emitidas estiveram relacionadas a seis principais categorias, conforme exposto na Figura 12.

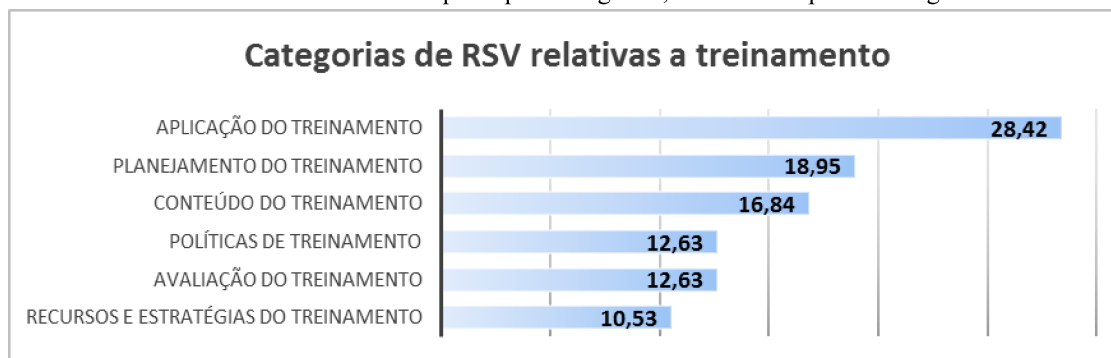


Figura 12 - Tipos de RSV focadas em treinamento presentes nas ocorrências analisadas.

Embora a contribuição de falhas relativas ao fator formação, capacitação e treinamento tenha sido identificada nas 67 ocorrências analisadas, em 23 casos não foram geradas Recomendações de Segurança de Voo (RSV) afetas às falhas e deficiências observadas. A Tabela 2 sintetiza exemplos de RSV emitidas em relação às categorias apresentadas.

Foco da RSV	Dados da ocorrência (matrícula/data)	Conteúdo da RSV emitida
Planejamento do treinamento	PP-CGO 08MAI2012	Implementar um programa de treinamento nas unidades aéreas de segurança pública, contemplando a formação inicial e o treinamento regular, de forma a manter a proficiência dos tripulantes.
Conteúdo do treinamento	PP-MUM 26FEV2008	Reforçar o treinamento teórico e prático de voo por instrumentos em treinador sintético, incluindo a execução de manobras básicas e recuperação, visual e por instrumentos, de atitudes anormais, incluindo todas aquelas que resultem em perda de controle de guinada no eixo vertical.
Recursos e estratégias do treinamento	PT-AGV 23DEZ2009	Pesquisar no Centro de Instrução e Adestramento Aeronaval (CIAAN) da Marinha do Brasil e/ou na EDRA Aeronáutica, o material didático utilizado nos exercícios da Unidade de Treinamento de Escape de Aeronaves Submersas (UTEPAS), de forma a aprimorar o programa de treinamento dos tripulantes contratados que voam regularmente sobre o mar.
Aplicação do treinamento	PR-EES 26JUN2015	Atuar junto a Coordenadoria Integrada de Operações Aéreas (CIOPAER) visando à realização de treinamento das tripulações que atuam na realização de rapel nas aeronaves modelo EC45, fazendo o uso do fiel cumprimento das sequências das ações estabelecidas no Manual de Procedimentos Operacionais, da fraseologia padrão e das técnicas de CRM [Crew Resource Management].
Avaliação do treinamento	PT-LXO 2010	Estabelecer e prover meios para o acompanhamento e aferição do desempenho dos pilotos para promover um adequado gerenciamento das tripulações e retroalimentar o sistema de treinamento quanto a possíveis lacunas instrucionais existentes.
Políticas de treinamento	PT-YCN 14JUN2012	Intensificar as ações no sentido de garantir e exigir a capacitação do pessoal de apoio nos serviços de rampa dos helipontos registrados e homologados, tendo em vista a necessidade de procedimentos rígidos de segurança nas operações de helicópteros no solo, durante o embarque e desembarque de passageiros, e sobre a importância da utilização de pessoal devidamente qualificado e treinado para o desempenho das atividades operacionais de rampa.

Tabela 2 - Exemplificações das categorias de RSV focadas em treinamento.

Ressalta-se que as RSV são geradas com base na análise das ocorrências aeronáuticas e têm por objetivo recomendar ações de melhorias que possam aprimorar o nível de segurança operacional da aviação. Em cada ocorrência analisada, sempre que possível, tais recomendações são direcionadas a diferentes organizações pertencentes ao sistema aeronáutico.

3.3.1 PLANEJAMENTO

As características presentes no contexto aeronáutico impõem às diferentes organizações desse sistema a necessidade de um planejamento que permita que as ações de TD&E oferecidas possam suprir a demanda dos profissionais, preparando-os para lidar com situações diversas e tomar decisões rápidas e eficientes em um contexto de incerteza. Dado esse cenário desafiador, a redução de algumas falhas no que tange ao planejamento dos treinamentos também já foram identificadas como possíveis contribuintes para a melhoria da segurança operacional.

As recomendações geradas a partir das investigações são direcionadas a diversos profissionais e situações variadas e, de modo algum, se restringem apenas aos tripulantes e aeronavegantes. Nessa categoria, foram encontradas RSV que abordaram treinamentos de tripulações que voam sob diferentes regras. Podem ser citados como exemplo as operações policiais, regidas pela subparte K do RBHA 91; ou as operações de táxi aéreo, regidas pelo Regulamento Brasileiro da Aviação Civil nº 135 - RBAC 135 (BRASIL, 2014). Incluíram também questões afetas a treinamentos de instrutores e até mesmo de inspetores e avaliadores.

Essa diversificação provém do reconhecimento de que todo profissional atuante no sistema aeronáutico desempenha uma função relevante para a manutenção de níveis aceitáveis de segurança operacional e, portanto, necessitam do adequado suporte organizacional para manter-se proficiente e atuar em conformidade com as políticas de segurança operacional vigentes.

3.3.2 CONTEÚDO

Algumas recomendações enfocaram possíveis melhorias nos conteúdos apresentados pelos treinamentos, considerando sua utilidade e necessidade para o aperfeiçoamento do trabalho cotidiano. Tanto aspectos relativos ao treinamento teórico quanto ao treinamento prático foram abordados nessas RSV, as quais enfocaram conteúdos para desenvolvimento ou aprimoramento de habilidades psicomotoras (como no treinamento de manobras), cognitivas (como nos treinamentos de Crew Resource Management - CRM) e sociais (como nos treinamentos de CRM e na inclusão de callout, necessário ao aprimoramento da comunicação da tripulação).

3.3.3 RECURSOS E ESTRATÉGIAS

Para que o treinamento seja efetivo e obtenha êxito, é necessário selecionar as estratégias instrucionais mais adequadas à aprendizagem solicitada e ao perfil da clientela, bem como as estratégias de avaliação que assinalam a eficácia do treinamento (ABBAD; NOGUEIRA; WALTER, 2006). Portanto, além das RSV focadas no planejamento ou conteúdo dos treinamentos, algumas foram emitidas visando aprimorar os recursos e estratégias que são empregados pelas organizações durante a oferta dos treinamentos.

As RSV classificadas nessa categoria enfocaram as possibilidades de melhorias nos treinamentos e, conseqüentemente, nas competências dos profissionais, por meio da utilização de recursos e estratégias que melhor exploram a afinidade com a realidade operacional. Possíveis melhorias geradas a partir do uso adequado de recursos e estratégias podem ser exemplificadas pela indicação do uso de simulador de voo em treinamentos. Esse recurso promove um contexto realístico de aprendizagem em condições seguras, o que permite melhor aplicabilidade dos conhecimentos, habilidades e atitudes desenvolvidas em treinamento, especialmente em caso de situações críticas e emergências.

A relevância da melhor adaptação do treinamento à realidade operacional também pode ser verificada pela indicação de atualização do material didático a partir de pesquisa junto a outras organizações que possuem um conhecimento aprofundado sobre o tipo de operação, como exemplificado no caso das operações de voo sobre o mar.

3.3.4 APLICAÇÃO

Em relação à necessidade de aplicação do treinamento, as recomendações foram mais recorrentes. Tais RSV foram emitidas visando mitigar que novas ocorrências resultassem de deficiências nas competências profissionais necessárias ao adequado desempenho humano. As RSV emitidas que se enquadraram nessa categoria estavam relacionadas a situações em que a investigação delineou uma necessidade de que os profissionais efetivamente realizassem os treinamentos previstos ou o fizessem na regularidade prevista.

Além dos tripulantes, foram contemplados treinamentos referentes a diferentes profissionais, tais como instrutores, mecânicos e tripulantes operacionais. Houve, ainda, a sinalização da necessidade de que tais treinamentos contemplassem habilidades não técnicas que são exigidas para o adequado desempenho em equipe, o que suscitou recomendações referentes à aplicação regular de CRM.

3.3.5 AVALIAÇÃO

O planejamento cuidadoso e a correta aplicação do treinamento não garantem os resultados esperados se não houver um adequado acompanhamento e avaliação do desempenho dos profissionais em treinamento. Os acidentes analisados indicaram que deficiências nesse processo de avaliação também podem consistir em condições latentes que prejudicam a segurança operacional.

Algumas das RSV foram emitidas visando suprimir ou mitigar essas falhas e evidenciaram a necessidade de que, durante e após o treinamento, medidas de avaliação sejam aplicadas a fim de verificar a efetividade do treinamento. Essas ações também permitem a identificação de pontos positivos e aspectos que podem ser aprimorados para ofertas futuras desse treinamento.

Ao considerar que diversos resultados podem emergir de um mesmo treinamento, deve-se selecionar adequadamente as ferramentas e medidas disponíveis para a avaliação, visando ao atendimento dos critérios objetivos e normativos sempre que possível e quando necessário.

3.3.6 POLÍTICAS DE TREINAMENTO

As recomendações que enfocaram falhas ou ineficiência das políticas que regem vários dos treinamentos oferecidos no âmbito da aviação constituíram uma categoria especial de análise. Essas RSV refletem o caráter sistêmico da aviação e a necessidade de articulação das diferentes organizações para garantia da segurança operacional.

As RSV dessa categoria estão voltadas para a busca de melhorias sistêmicas, caracterizadas pelo aprimoramento das políticas e mecanismos de acompanhamento e supervisão das condições de segurança no contexto aeronáutico, tais como desenvolver ou rever políticas e aprimorar mecanismos de vigilância, fiscalização ou supervisão.

4 DISCUSSÃO

Situações de aprendizagem pressupõem a probabilidade de erros. Os dados da aviação civil brasileira indicaram que, no período de 2006 a 2015, 17,55% dos acidentes no Brasil ocorreram em operações de instrução (CENIPA, 2016). Contudo, os resultados obtidos por meio da revisão realizada indicaram que falhas nos processos de formação, capacitação e treinamento não têm seus efeitos restritos aos contextos de instrução de voo.

O caráter pluralista das competências exigidas em aviação consiste em um dos fatores relativos a essa realidade. A atuação em diferentes funções exercidas no contexto aeronáutico – e não apenas a pilotagem de aeronaves – caracteriza-se por demandar dos profissionais o desenvolvimento de competências cognitivas, afetivas e psicomotoras.

Similarmente ao que já havia sido apontado por Kern (2001), as características do contexto aeronáutico promovem a necessidade de um aprimoramento contínuo, a fim de que os profissionais estejam em condições de responder aos desafios presentes nesse contexto complexo e dinâmico.

Nesse cenário, destaca-se que esses avanços têm sido obtidos a partir da sistematização de processos organizacionais voltados à capacitação dos profissionais, bem como do aprimoramento da legislação pertinente, revendo ou estabelecendo novos critérios que norteiam a aprendizagem continuada no sistema aeronáutico. Conforme os dados obtidos, a segurança das operações tem sido comprometida por falhas nesses processos. A análise desses casos leva à compreensão de que tais falhas constituem vulnerabilidades do contexto organizacional que se tornam precursoras de falhas ativas cometidas por aqueles que atuam diretamente nas atividades operacionais (REASON, 1997; 2008).

Em especial, observou-se a participação de falhas em competências cognitivas relacionadas à segurança operacional, tais como processo decisório e julgamento de pilotagem, os quais estiveram – factual ou possivelmente, a depender do caso – relacionados a um inadequado condicionamento das respostas comportamentais e cognitivas demandadas para o enfrentamento das situações de trabalho, especialmente em condições críticas de voo.

Contudo, um dado destacável referiu-se à incidência de casos em que a atitude do profissional frente à segurança de voo foi indicada como um fator – a nível contribuinte ou indeterminado – que comprometeu a qualidade da atividade desempenhada, reduzindo o seu nível de segurança.

Ressalta-se que, embora algumas características pessoais não sejam facilmente modificadas por meio de treinamentos, a participação em eventos de TD&E que se proponham a desenvolver competências afetivas são de fundamental relevância para que os valores e atitudes favoráveis à segurança operacional sejam internalizados. Tal como já apontado por Abbad e Borges-Andrade (2014), essa questão evidencia a necessidade de atentar para os objetivos instrucionais propostos no treinamento, fins de que promovam o direcionamento para as competências exigidas também em seu âmbito afetivo, e não apenas referentes ao domínio cognitivo e psicomotor.

Ao considerar que a ação humana não deve ser analisada fora de seu contexto (DEKKER, 2006), ressalta-se a importância de que os processos e mecanismos presentes na organização não se restrinjam apenas ao desenvolvimento de competências individuais e envidem esforços para promover a aprendizagem contínua e coletiva de seus profissionais.

5 CONCLUSÃO

Orientações e recomendações extraídas, tanto de relatórios finais, quanto da vasta bibliografia científica relativa à ciência do treinamento, salientam a importância de promover uma aprendizagem contínua e coletivamente construída. Mas, afinal, as organizações são capazes de aprender com o conhecimento advindo da experiência acumulada na área da aviação?

A aprendizagem promovida em eventos de TD&E deve ter por base a realidade sociotécnica e cultural da organização, explorando os desafios impostos por sua dinâmica que resultam em situações críticas à segurança operacional. Na perspectiva de Reason (2008, p.127), “uma das principais funções de um sistema de reporte de incidentes é identificar essas recorrências e indicar para onde esforços remediativos devem ser direcionados”. Trata-se, portanto, de uma valiosa fonte de dados a ser explorada pelas organizações no aprimoramento de seus processos de formação, capacitação e treinamento.

Tal lógica também se aplica à análise de relatórios finais decorrentes de acidentes aeronáuticos, os quais podem se configurar como ferramentas reativas de prevenção, à medida que fomentam novas aprendizagens decorrentes dos ensinamentos obtidos durante as investigações e das recomendações emitidas à comunidade aeronáutica.

Ao focar a necessidade de práticas mais cuidadosas no que tange ao planejamento do treinamento, seleção de recursos e estratégias adequadas, avaliação e acompanhamento dos profissionais participantes desses eventos, as recomendações corroboram os ensinamentos produzidos pela ciência do treinamento.

Quer sejam orientações decorrentes do arcabouço teórico e pesquisas apresentadas no campo científico, quer sejam as recomendações oriundas do conhecimento empírico e técnico decorrente das investigações, esses ensinamentos poderão ser melhor explorados quando as organizações se preocupam em promover a exposição a contextos de desenvolvimento de competências que sejam similares ao contexto real de operação.

Conforme já indicado por Richter, Nejdil, e Allert (2002), o suporte organizacional oferecido e a possibilidade de um processo colaborativo são contribuintes para o aprimoramento da aprendizagem. Para que organizações possam aprender e elevar o nível de segurança e efetividade em suas atividades, é necessário que explorem intensamente os ensinamentos decorrentes das situações vivenciadas pelos seus profissionais no contexto de trabalho – sejam elas críticas ou rotineiras. Em cenários complexos como a aviação, cabe ressaltar que processos de formação, capacitação e treinamento são ferramentas valiosas não apenas para a garantia da proficiência do capital humano de uma organização, mas efetivamente para o resguardo de vidas humanas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos pelo excelente trabalho no desenvolvimento do Sistema Potter e do Painel SIPAER, em especial ao Tenente Almeida, Chefe da Assessoria de Estatística, cujos esforços em relação a esses projetos resultaram em um sistema eficiente e de fácil utilização, tornando possível a realização dessa pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ABBAD, G. D. S.; BORGES-ANDRADE, J. E. Aprendizagem humana em organizações de trabalho. Em ZANELLI, J. C.; BORGES-ANDRADE, J. E.; BASTOS, A. V. B. (Orgs.). **Psicologia, organizações e trabalho no Brasil**. Porto Alegre: Artmed, 2014. pp. 244-284.
- ABBAD, G. D. S.; PILATI, R.; BORGES-ANDRADE, J. E.; SALLORENZO, L. H. Impacto do treinamento no trabalho – medida em amplitude. Em ABBAD, G. D. S.; MOURÃO, L.; MENESES, P. P. M.; ZERBINI, T.; BORGES-ANDRADE, J. E.; VILAS-BOAS, R. (Orgs.). **Medidas de avaliação em treinamento, desenvolvimento e educação: Ferramentas para gestão de pessoas**. Porto Alegre: Artmed, 2012. pp. 145-162.
- ABBAD, G. D. S.; PILATI, R.; PANTOJA M. J. Avaliação de treinamento: Análise da literatura e agenda de pesquisa. **Revista de Administração da USP**, n° 38, vol. 03, 2003. pp. 205-218.
- ABBAD, G. S.; NOGUEIRA, R.; WALTER, A. M. Abordagens instrucionais em planejamento de TD&E. Em BORGES-ANDRADE, J. E.; ABBAD, G. D. S.; MOURÃO, L. (Orgs.). **Treinamento, desenvolvimento e educação em organizações de trabalho**. Porto Alegre: Artmed, 2006. pp.255-381.
- AGUINIS, H.; KRAIGER, K. Benefits of training and development for individuals and teams, organizations and society. **Annual Review of Psychology**, n° 70, 2009. pp.451-474.
- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL [ANAC]. **Sistema de Gerenciamento de Segurança Operacional (SGSO) – 10 pontos essenciais que você precisa saber**. Brasília, 2014. Disponível em: <http://www.anac.gov.br/publicacoes/publicacoes-arquivos/10_coisas_sgso_dicas_anac_10.pdf>. Acesso em: 4 jul. 2017.
- BELL, B. S.; TANNENBAUM, S. I.; FORD, J. K.; NOE, R. A.; KRAIGER, K. 100 Years of Training and Development Research: What We Know and Where We Should Go. **Journal of Applied Psychology**, n° 10, vol. 2, 2017. pp. 1-18. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1037/apl0000142>>. Acesso em 04 de julho de 2017.
- BORGES-ANDRADE, J. E.; ABBAD, G. S.; MOURÃO, L. Modelos de avaliação e aplicação em TD&E. Em ABBAD, G. D. S.; MOURÃO, L.; MENESES, P. P. M.; ZERBINI, T.; BORGES-ANDRADE, J. E.; VILAS-BOAS, R. (Orgs.). **Medidas de Avaliação em Treinamento, Desenvolvimento e Educação: ferramentas para gestão de pessoas**. Porto Alegre: Artmed, 2012. pp. 20-35.

- BRANDÃO, H. P.; GUIMARÃES, T. A. Gestão de competências e gestão de desempenho: tecnologias distintas ou instrumentos de um mesmo construto? **Revista de Administração de Empresas**, nº 41, vol.1, jan-mar 2001. pp.8-15.
- BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil. **Manual do Comando da Aeronáutica (MCA) 58-3**: Manual do curso de piloto privado – avião. Brasília, 2004. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/>>. Acesso em: 4 jul. 2017.
- _____. **Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) 61**. 2016. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac.>> Acesso em: 4 jul. 2017.
- _____. **Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) 135**: Requisitos operacionais: operações complementares e por demanda. Emenda 03. 2014. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac.>> Acesso em: 4 jul. 2017.
- _____. **Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica (RBHA) 63**: Mecânico de voo e comissário de voo. 2006. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbha.>>. Acesso em: 4 jul. 2017.
- _____. **Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica (RBHA) 65**: Despachante operacional de voo e mecânico de manutenção aeronáutica. 2013. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbha.>>. Acesso em: 4 jul. 2017.
- _____. **Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica (RBHA) 91**: Regras gerais de operação para aeronaves civis. 2003. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbha.>>. Acesso em: 4 jul. 2017.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **Folheto do Comando da Aeronáutica (FCA) 58-1**: Panorama estatístico da aviação civil brasileira. Brasília, 2016.
- _____. **Manual do Comando da Aeronáutica (MCA) 3-6**: Manual de Investigação do SIPAER. Brasília, 2011.
- BRUNO-FARIA, M. F.; BRANDÃO, H. P. Competências relevantes a profissionais da área de T&D de uma organização pública do Distrito Federal. **Revista de Administração Contemporânea**, nº7, vol.3, jul-set 2003. pp.35-56.
- CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS [CENIPA]. **Painel SIPAER**. Ocorrências aeronáuticas na aviação civil brasileira. Disponível em: <<http://painelsipaer.cenipa.aer.mil.br/>>. Acesso em: 4 jul. 2017.
- CHIAVENATO, I. **Comportamento Organizacional**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- DEKKER, S. **The field guide to understanding human error**. England: Ashgate, 2006.
- EVANS, K.; KERSH, N. Training and workplace learning. Em. KRAIGER, K.; PASSMOORE, J.; SANTOS, N. R.; MALVEZZI, S. (Orgs.). **The Wiley Blackwell handbook of the psychology of training, development, and performance improvement**. Chichester, West Sussex: John Wiley & Sons, 2015. pp.50-67.
- GAULD, D. The competencies of effective trainers and teachers. Em. KRAIGER, K.; PASSMOORE, J.; SANTOS, N. R.; MALVEZZI, S. (Orgs.). **The Wiley Blackwell handbook of the psychology of training, development, and performance improvement**. Chichester, West Sussex: John Wiley & Sons, 2015. pp. 117-136.
- GAGNÉ, R. M.; MEDSKER, K. L. (1996). **The conditions of learning: training applications**. Forth Worth: Harcourt Brace College Publishers.
- HOLLNAGEL, E.; PARIÈS, J.; WOODS, D. D.; WREATHALL, J. **Resilience engineering in practice: a guidebook**. England: Ashgate, 2011.
- KERN, T. **Culture, environment and CRM**. New York: Mc-Graw-Hill. 2001.
- KOPER, R.; OLIVIER, B. Representing the Learning Design of Units of Learning. **Educational Technology & Society**, nº 7, vol. 3, pp. 97-111. 2004.
- KRAIGER, K.; CAVANAGH, T. M. Training and personal development. Em. KRAIGER, K.; PASSMOORE, J.; SANTOS, N. R.; MALVEZZI, S. (Orgs.). **The Wiley Blackwell handbook of the psychology of training, development, and performance improvement**. Chichester, West Sussex: John Wiley & Sons, 2015. pp. 227-246.
- LLORY, M.; MONTMAYEUL, R. **O acidente e a organização**. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2014.
- MALVEZZI, S. The history of training. Em. KRAIGER, K.; PASSMOORE, J.; SANTOS, N. R.; MALVEZZI, S. (Orgs.). **The Wiley Blackwell handbook of the psychology of training, development, and performance improvement**. Chichester, West Sussex: John Wiley & Sons, 2015. pp. 13-31.
- MAURINO, D. E.; REASON, J.; JOHNSTON, N.; LEE, R. B. **Beyond aviation human factors**. England: Ashgate: 1995.
- NELSON, L. M. Collaborative Problem Solving. Em REIGELUTH, C. M. (Org.). **Instructional Design Theories and Model: A New Paradigm of Instructional Theory**. Volume II Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Inc., 1999. pp. 241-268.
- NOE, R. A.; CLARKE, A. D. M.; KLEIN, H. J. Learning in the twenty-first century-workplace. **Annual Review of Organizational Psychology and Organizational Behavior**, nº 1, 2014. pp. 4.1-4.31.
- PANTOJA, M. J.; PORTO, J. B.; MOURÃO, L.; BORGES-ANDRADE, J. E. Valores, suporte psicossocial e impacto do treinamento no trabalho. **Estudos de Psicologia**, vol. 10, nº 2, 2005. pp.255-265.
- PILATI, R. **Modelo de efetividade do treinamento no trabalho**: aspectos dos treinandos e moderação do tipo de treinamento. Tese de doutorado não publicada. Universidade de Brasília, Brasília, 2004.

- REASON, J. **Managing the risks of organizational accidents**. England: Ashgate Publishing, 1997.
- _____. **The human contribution: unsafe acts, accidents and heroic recoveries**. England: Ashgate Publishing, 2008.
- RICHTER, C., NEJDL, W. & ALLERT, H. Learning Objects on the Semantic Web: Explicitly Modelling Instructional Theories and Paradigms. Em M. DRISCOLL, M.; REEVES, T. (Eds.). In: World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education. **Proceedings...** Chesapeake, VA: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE), 2002. pp. 1124-1127.
- ROMAN, D. J.; PIANA, J.; LOZANO, M. A. S. P. L.; MELLO, N. R.; ERDMANN, R. H. Fatores de competitividade organizacional. **Brazilian Business Review**, n° 9, vol. 1, 2012. pp.27-46.
- SALAS, E.; BURKE, C. S.; BOWERS, C. A.; WILSON, K.A. Team training in the skies: Does crew resource management (CRM) training work? **Human Factors**, 43(4), n° 43, vol. 4, 2001, pp.641-674.
- SALAS, E.; CANNON-BOWERS, J. A. The science of training: A decade of progress. **Annual Review of Psychology**, n° 52, 2001, 471-499.
- SHANK, R. C.; BERMAN, T. R.; MACPHERSON, K. A. Learning by doing. Em REIGELUTH, C. M. (Ed.). **Instructional-design theories and models: A new paradigm of instructional theory**. Volume II. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1999. pp. 161-81.
- SPECTOR, P. E. **Comportamento nas organizações**. São Paulo: Saraiva, 2002.
- WAGNER III, J. A.; HOLLENBECK, J. R. **Comportamento Organizacional: criando vantagem competitiva**. São Paulo: Saraiva, 2009....

A Fadiga em Foco na Aviação: Adaptação Brasileira da Samn Perelli Scale

Simone Kelli Cassiano¹

1 Mestra em Psicologia Social, do Trabalho e das Organizações pela Universidade de Brasília. Elemento Certificado – Fator Humano pelo CENIPA

RESUMO: A aviação impõe ao ser humano um intenso ritmo de trabalho que afeta o seu desempenho, gerando um cenário no qual a fadiga se apresenta como um risco a ser gerenciado. Esse trabalho tem por objetivo descrever o processo de adaptação transcultural de uma medida autorreferente para avaliação da percepção de fadiga. Para tanto, foram seguidas as recomendações metodológicas indicadas pela literatura sobre adaptação de instrumentos. Os resultados permitiram adaptar os instrumentos e identificar as evidências de validade de conteúdo da versão traduzida da Samn Perelli Scale (SPS). Esse instrumento poderá ser aplicado na mitigação do risco da fadiga, auxiliando no gerenciamento individual ao elevar a consciência situacional do piloto acerca de suas condições de executar a atividade aérea.

Palavras Chave: Fadiga. Aviação. Fatores Humanos. Medidas Autorreferentes.

The Fatigue in Focus in the Aviation: Adaptation of the Samn Perelli Scale

ABSTRACT: The aviation imposes on the human being an intense work rhythm that affects the performance, generating a scenario in which the fatigue presents as a risk to be managed. This paper aims to describe the process of transcultural adaptation of a self-referential measure to evaluate fatigue's perception. For this, the methodological recommendations indicated by the literature about adaptation of instruments were followed. The results allowed to adapt the instrument and to identify the evidences of content validity from the Samn Perelli Scale (SPS)' translated version. This instrument can be applied on fatigue risks' mitigation, supporting on individual management by the elevation of pilot's situational awareness about his/her conditions to execute the air activity.

Key words: Fatigue. Aviation. Human Factors. Self-referential Measure.

Citação: Cassiano, SK. (2017) A Fadiga em Foco na Aviação: Adaptação Brasileira da Samn Perelli Scale. *Revista Conexão Sipaer*, Vol. 8, No. 3, pp. 19-28.

1 INTRODUÇÃO

A inserção da Psicologia no contexto de trabalho foi marcada pela preocupação em investigar o impacto de condições e exigências psicológicas e fisiológicas no desempenho humano, o que tornou popular, no final do século XIX, estudos sobre a fadiga humana (Malvezzi, 2004). Compreendida a partir de diferentes perspectivas, a fadiga apresenta componentes comportamentais, emocionais e cognitivos que geram uma sensação subjetiva de cansaço e impactam no desempenho físico e mental do ser humano (Gouveia, Oliveira, Mendes, Souza, Cavalcanti, & Melo, 2015). No contexto aeronáutico, a fadiga tem sido definida como:

“Um estado fisiológico de capacidade reduzida de desempenho mental e físico resultante da perda de sono ou da vigília prolongada, da fase circadiana ou da carga de trabalho (atividade mental e/ou física) que podem prejudicar a capacidade de vigilância e a habilidade de operar com segurança uma aeronave ou desempenhar tarefas relacionadas à segurança operacional por parte de membros de tripulações” (International Civil Aviation Organization [ICAO], 2016).

Condicionada por questões econômicas, tecnológicas e sociais, a aviação apresentou uma significativa expansão ao longo dos anos, tornando-se mais acessível a uma maior parcela da população. Dessa expansão, resultaram novas demandas de trabalho que exigiram das tripulações flexibilidade e alta capacidade de adaptação a diferentes cenários.

A aviação caracteriza-se como um cenário complexo e dinâmico, com condições exigentes de operação e cujas demandas impõem ao ser humano um ritmo diferenciado de atuação, envolvendo a realização de operações transmeridionais ou em turnos, com horários variados que afetam o ciclo circadiano e as condições de descanso e recuperação por meio do sono (Kanashiro, 2005).

Essas operações implicam em perturbações no ciclo sono-vigília, cujas consequências, quando críticas, podem comprometer a saúde e segurança operacional (Carmo, 2013; Dorrian, Baulk, & Dawson, 2011), uma vez que a qualidade do sono está relacionada a um melhor desempenho cognitivo. Dessa forma, redução na qualidade ou quantidade do sono pode implicar em maior cometimento de erros, prejuízo no julgamento e tomada de decisão (Ferguson, Paech, Sargent, Darwent, Kennaway, & Roach, 2012). Nessa perspectiva, a fadiga pode ser compreendida como uma resposta de adaptação psicológica frente ao risco da exaustão em decorrência de um esforço exagerado, sendo, portanto, preponderante no âmbito de trabalho (Van Dijk & Swaen, 2003).

Apesar do reconhecimento do impacto que a fadiga exerce sobre o desempenho humano no contexto de trabalho, somente nos últimos anos houve avanços quanto aos procedimentos de gerenciamento do risco associado a esse fenômeno. No Brasil,

esse gerenciamento ocorre pautado majoritariamente no estabelecimento de limites prescritivos para períodos de serviço e de serviço de voo, em conformidade com as práticas internacionais. As críticas a esse sistema tradicional incluem o fato de que as regulamentações de jornada que não envolvem horas de voo e de repouso não são cientificamente respaldadas por estudos que articulam processos circadianos, sono e seus efeitos no desempenho humano (Kanashiro, 2013).

Atualmente, vigora a compreensão de que esses procedimentos, embora preconizados durante anos na aviação, não atendem satisfatoriamente à complexidade envolvida na atividade aérea. Portanto, são necessárias novas medidas que visem a uma abordagem sistêmica e dinâmica, garantindo a flexibilidade exigida para uma adaptação conciliadora entre as demandas individuais, que incluem os ritmos biológicos e os aspectos fisiológicos associados ao desempenho humano; e as demandas organizacionais, que impõem rotinas e ritmos diferenciados de trabalho, bem como estabelecem tarefas que variam quanto à complexidade e às exigências cognitivas.

O arcabouço teórico e metodológico disponível permite uma atuação diferenciada frente a essas questões, uma vez que têm sido desenvolvidos vários recursos necessários ao adequado gerenciamento do risco da fadiga. Na aviação, em especial, os esforços têm sido envidados nessa direção, visando reduzir o impacto da rotina de trabalho imposta aos tripulantes na segurança das operações e na qualidade de vida dos profissionais atuantes nesse contexto.

Para lidar com os desafios impostos pela aviação, a ICAO (2016) tem recomendado a implantação de um sistema de gerenciamento diferenciado e mais completo, o Sistema de Gerenciamento do Risco da Fadiga (SGRF), sendo tal recomendação gradativamente adotada por empresas áreas em todo o mundo e incentivada por vários órgãos reguladores, incluindo a Agência Nacional da Aviação Civil (ANAC), agência reguladora da aviação civil no Brasil.

O SGRF é composto por ferramentas e processos que possibilitam a identificação e gerenciamento de situações que envolvem riscos relativos à fadiga (Ferguson et al., 2012). Esse sistema inova ao apresentar uma abordagem regulatória que enfoca o desempenho, possibilitando maior flexibilidade e adequação das empresas aéreas à sua realidade operacional e organizacional, respeitando-se práticas recomendadas de gestão da fadiga, em detrimento de um limite pré-estabelecido fixo (ICAO, 2012). Pauta-se no monitoramento por dados e no gerenciamento contínuo dos riscos associados à fadiga, visando assegurar o atendimento às necessidades relacionadas ao desempenho humano na condução de tarefas rotineiras e no enfrentamento de situações emergenciais, quando essas ocorrem, promovendo melhores condições para que os profissionais mantenham níveis adequados de alerta.

Contudo, em virtude da multiplicidade da atuação que compõe o contexto aeronáutico, as diversas operações são regidas por legislações específicas, conforme o emprego da aeronave. Portanto, as exigências variam conforme o enquadramento legal da atividade aérea exercida. Mesmo diante dessa variabilidade, o SGRF consiste em um sistema passível de implantação para toda a aviação. O entendimento de que a gestão da fadiga deve ocorrer de forma dinâmica e com base no uso de estratégias variadas tem sido cada vez mais consonante para os envolvidos em aviação. Essa nova concepção salienta a necessidade de ferramentas e instrumentos que auxiliem na identificação dos riscos relacionados à fadiga, tanto a nível individual quanto no nível organizacional, uma vez que a responsabilidade pelo gerenciamento da fadiga é compartilhada entre indivíduo e organização.

O uso de medidas autorreferentes na mensuração da fadiga tem sido uma dessas estratégias. A partir desses instrumentos, torna-se possível a avaliação da fadiga subjetiva, ou seja, aquela percebida pelo indivíduo. No contexto operacional, tais medidas assumem maior relevância, pois facilitam a obtenção de dados apesar das restrições práticas impostas pelo contexto, que inviabilizam a aplicação de diferentes medidas e a coleta de dados mais objetivos, pautados na verificação de parâmetros fisiológicos dos indivíduos (ICAO, 2012).

Embora sejam vantajosos pela rapidez e facilidade de aplicação, provendo uma menor interrupção nas atividades desempenhadas pela tripulação, esses instrumentos não oferecem a mesma confiabilidade e precisão obtidas a partir de medidas objetivas de avaliação da debilidade do desempenho, como o uso de actígrafos, polissonografias, Teste de Vigilância Psicomotora (TVP), dentre outras. Essa desvantagem está relacionada ao fato de que avaliações subjetivas são, prioritariamente, baseadas na experiência pessoal e na informação disponível no momento (Ferguson et al., 2012).

Apesar das críticas relacionadas ao uso de medidas autorreferentes, sua aplicação tem se revelado uma estratégia eficiente. Na pesquisa desenvolvida por Dorrian et al. (2011), que tinha por objetivo identificar a relação entre fadiga, horas e carga de trabalho e sono, os resultados indicaram que perda de sono, extensão do período de vigília e duração das horas de trabalho influenciaram o nível de fadiga dos trabalhadores da indústria ferroviária. Nesse estudo, os autores apontaram que, possivelmente, o uso da Samn Perelli Scale – SPS (1982) demonstrou maior sensibilidade às diferenças relativas à carga de trabalho, quando comparada a outras medidas autorreferentes, como Visual Analogue Scale (VAS).

Esse instrumento também tem sido efetivo em pesquisas no contexto aeronáutico. Em uma pesquisa comparativa da fadiga entre pilotos de voos extensos (acima de 16 horas, com revezamento de tripulação) e voo mais curtos (abaixo de 16 horas, com tripulação simples), Gander, Signal, Van Den Berg, Mulrine, Jay e Mangie (2013) identificaram que a capacidade funcional das tripulações ao final de voos mais extensos, quando havia tripulação adicional, atingiu resultados similares à capacidade funcional das tripulações envolvidas em voos mais curtos. Nessas ocasiões, os escores de fadiga mensurados por meio da SPS foram mais altos quando os pilotos estiveram acordados por mais tempo após terem controlado a aeronave.

A relação entre fadiga e o número de pousos e decolagens em operações regionais também foi investigada por Honn et al (2016). As descobertas evidenciaram que níveis mais altos de fadiga subjetiva estavam relacionados à realização de operações segmentadas ao longo do dia, quando comparados aos níveis de uma única operação no dia, porém mais extensa. Tais resultados ressaltam a relevância das características da tarefa para a identificação da fadiga, uma vez que apenas o tempo de vigília, quantidade e qualidade do sono não são o suficiente para explicar o comprometimento do desempenho humano.

As pesquisas apresentadas demonstraram a contribuição do uso de medidas autorreferentes na identificação da percepção de fadiga. Ao focar a responsabilidade compartilhada na gestão da fadiga, esses instrumentos podem se configurar como um importante recurso ao indivíduo, estabelecendo um parâmetro de avaliação e rompendo com o caráter silencioso com o qual os sintomas da fadiga geralmente se instalam. A partir do uso desses instrumentos, o indivíduo pode atingir uma maior percepção de sua condição atual, sendo que “a forma como um membro de tripulação se sente possivelmente influencia suas decisões sobre quando usar estratégias pessoais de contramedida em relação à fadiga” (ICAO, 2012, p. 132).

Atualmente, há uma variedade de escalas de mensuração da sonolência e da fadiga disponíveis, aplicadas nos mais variados contextos (Shahida, Shena, & Shapiro, 2010). Observa-se, portanto, a existência de diferentes medidas de fadiga, que, em grande parte, têm sido utilizadas com grupos específicos, especialmente na área da saúde com pessoas portadoras de alguma enfermidade (Gialloet al, 2011; Michielsen et al, 2005; Smith et al, 2007). Há, contudo, estudos conduzidos com pessoas da população geral em contextos de trabalho (Andreae et al, 2003; Kantet et al, 2003; Michielsen et al, 2004). Em relação à dimensionalidade, as escalas utilizadas para mensurar a percepção de fadiga podem ser unidimensionais ou multidimensionais (Dittner, Wessely, & Brown, 2004). Ressalta-se que as escalas multidimensionais permitem uma melhor avaliação da intensidade e qualidade da percepção da fadiga.

Com base nas especificidades do cenário aeronáutico brasileiro, Kanashiro (2013) propôs um checklist como ferramenta de auxílio e assessoramento aos pilotos. Além desse instrumento, algumas escalas têm sido especialmente recomendadas pela ICAO, sendo consideradas adequadas ao contexto de operação dos tripulantes. Dentre tais recomendações, encontra-se a SPS, composta por um único item, de sete pontos alternativos, e por meio da qual o indivíduo é solicitado a indicar como está se sentindo no exato momento em que responde a escala. Trata-se de uma escala rápida e de fácil aplicação, sendo adequada à coleta em momentos variados ao longo de um voo real ou simulado, sem comprometimento do exercício profissional do tripulante.

A SPS assemelha-se a um checklist, uma vez que não possui as características psicométricas que caracterizam, rigorosamente, uma escala. Foi desenvolvida e validada em um contexto experimental, utilizando simulações de voo, o que permitiu identificar o efeito do tempo de vigília e do envolvimento na operação aérea sobre o desempenho dos tripulantes. Dessa forma, essa escala mostrou-se sensível aos efeitos do esforço e do cansaço no desempenho do tripulante, configurando-se como uma medida adequada à mensuração da percepção de fadiga no contexto aeronáutico.

A adaptação dessa escala para o contexto brasileiro justifica-se pela praticidade envolvida em sua aplicação e pela oportunidade de obtenção de resultados confiáveis que mensuram a percepção da fadiga. Esses resultados podem ser utilizados como um feedback ao indivíduo e à organização, auxiliando no processo de tomada de decisão diante de um cenário desfavorável ou crítico. Destaca-se também a possibilidade de comparação com amostras de diferentes países, uma vez que a SPS tem sido amplamente usada no contexto aeronáutico (Balkin et al., 2004).

Na área de medicina aeroespacial, há a compreensão de que para o “entendimento multifatorial da fisiopatologia da fadiga, torna-se relevante a consideração do sentimento da tripulação em relação a sua própria condição” (Kanashiro, 2013, p.197). A partir da lógica de responsabilidade compartilhada adotada na gestão dos riscos relacionados à fadiga e reforçada pelo SGRF, compreende-se que o uso de medidas autorreferentes consiste em uma forma de ampliar o repertório de informações disponíveis aos profissionais e à organização, a fim de subsidiar a gestão do risco da fadiga na atividade aérea.

2 METODOLOGIA

2.1 ÁREA DE ESTUDO

Esse trabalho trata-se de uma pesquisa de caráter documental, de natureza aplicada, que visa à tradução e adaptação de um instrumento para avaliação da percepção de fadiga.

A adaptação da SPS foi realizada por meio de um processo de validação semântica e de conteúdo, com o objetivo de avaliar a equivalência de significados atribuídos às expressões utilizadas, bem como a sua coerência no cenário cultural brasileiro. Esse processo foi realizado com base nas orientações recomendadas pela literatura, no que se refere à adaptação transcultural de instrumentos (Beaton, Bombardier, Guillemin, & Ferraz, 2000; Borsa, Damásio, & Bandeira, 2012), conforme as etapas dispostas na Figura 1.

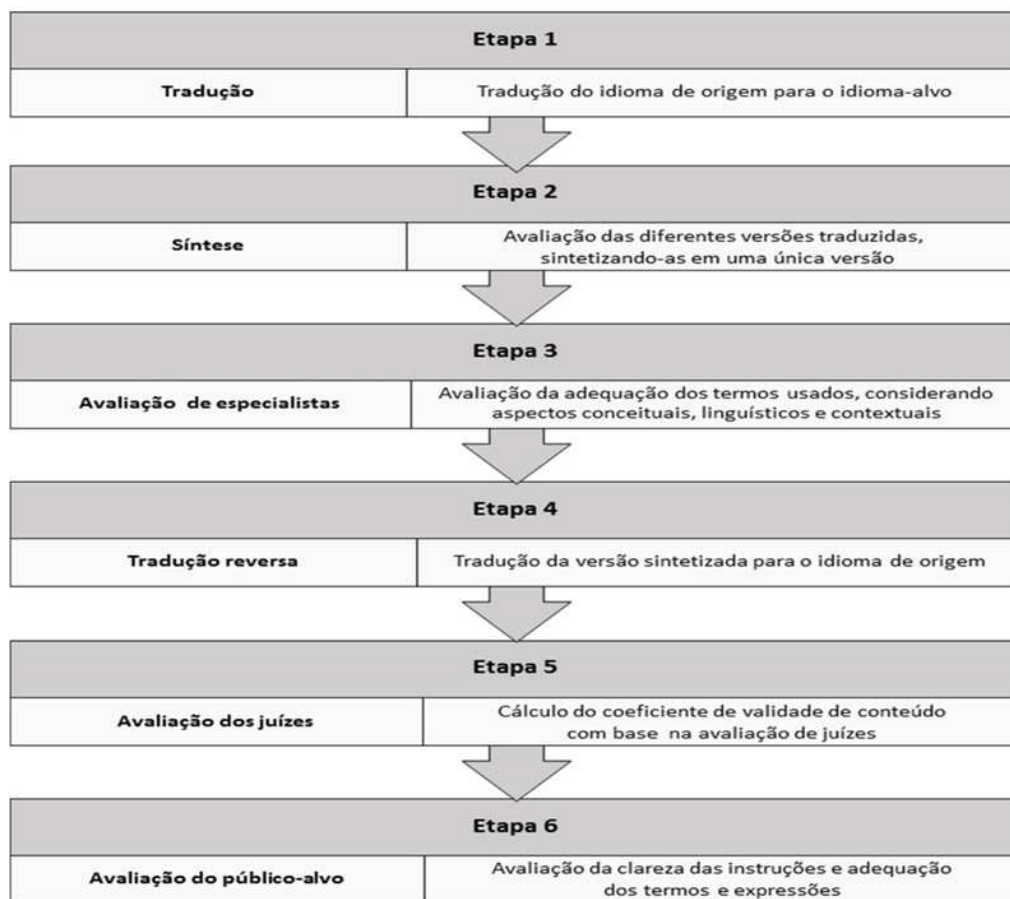


Figura 1 - Etapas do processo de adaptação da SPS para a língua portuguesa.

2.2 PARTICIPANTES

Participaram da pesquisa três profissionais fluentes no idioma inglês e que possuem o idioma português como língua materna, sendo dois destes os responsáveis pela tradução do idioma original, em inglês, para o português adotado no Brasil; e o terceiro, responsável pela síntese das versões traduzidas. Para a tradução reversa, obteve-se o apoio de dois profissionais fluentes na língua portuguesa e nativos no idioma inglês.

A avaliação conceitual, semântica e contextual foi realizada a partir da colaboração de sete profissionais que dominam os conteúdos e conceitos relativos à fadiga, constituindo um grupo de especialistas na temática. Esse grupo foi formado por profissionais com formações acadêmicas nas áreas de psicologia, física e ciências aeronáuticas. Em seguida, a versão traduzida da escala foi avaliada por três juízes que enfocaram a adequação dos itens quanto à clareza e precisão da redação de cada item.

Por fim, a avaliação do público-alvo foi realizada a partir da participação de 12 pilotos da aviação militar, que operam aeronaves de alta performance em missões variadas. A idade desses profissionais variou entre 25 e 38 anos ($M = 27,73$; $DP = 4,13$), sendo todos do sexo masculino.

2.3 INSTRUMENTOS

Foram disponibilizadas aos tradutores as versões das escalas relativas a cada estágio (original ou a síntese da tradução, conforme o caso), sendo a última versão da escala sintetizada aplicada aos pilotos. Para a avaliação dos especialistas, foram disponibilizadas quatro questões norteadoras referentes à adequação das instruções e dos termos empregados e à observância da equivalência semântica, idiomática e contextual, conforme exposto na Figura 2.

1. A instrução é adequada à escala?
2. Os termos e expressões são generalizáveis, considerando os regionalismos do Brasil?
3. Os termos e expressões são adequados ao público alvo da pesquisa?
4. A sequência dos itens está adequada, com gradação entre os itens?

Figura 2 - Quadro de questões norteadoras para avaliação da versão traduzida da SPS.

Para auxílio à avaliação dos juízes, foram disponibilizadas as seguintes definições dos critérios:

- a) Clareza: grau de inteligibilidade e compreensão da redação do item; o quanto o item pode ser compreendido.
- b) Precisão: grau de exatidão do estado descrito; aproximação entre o estado a ser medido e o estado percebido pelo respondente.

2.4 PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS

O processo de tradução e adaptação da escala ocorreu por meio de trocas e discussões presenciais e *online*, em atendimento à disponibilidade dos participantes envolvidos e natureza da tarefa, uma vez que a tradução e tradução reversa eram processos que não demandavam interação entre participantes. A Figura 3 expõe o processo empregado.

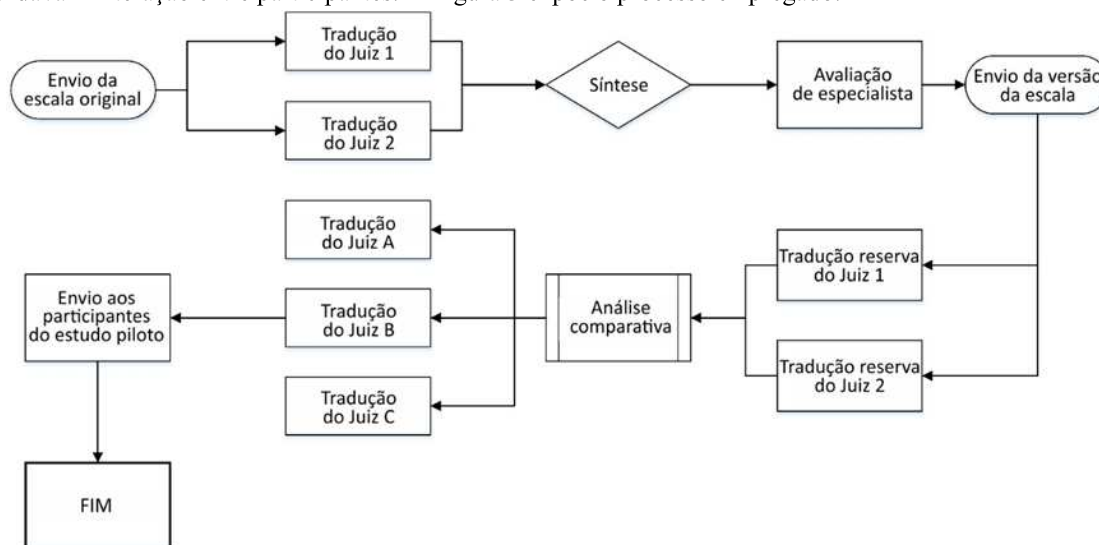


Figura 3 - Fluxograma do processo de adaptação do instrumento.

Finalizados os processos de tradução, síntese e avaliação da versão final da escala traduzida, procedeu-se com a coleta de dados junto ao público-alvo. Tal coleta tinha por objetivo submeter a versão traduzida ao público alvo, para que fossem identificadas possíveis inadequações. As orientações para a coleta de dados foram ministradas de forma presencial, visando informar as condições de preenchimento, os objetivos da pesquisa e os procedimentos necessários para a conclusão da participação.

Competia aos participantes preencherem a escala em três diferentes momentos do dia (manhã, durante sua jornada de trabalho e ao final de sua jornada), e em três diferentes dias. Ao final das múltiplas coletas, os arquivos foram devolvidos para a análise. Além do preenchimento da escala, foi solicitado aos participantes que manifestassem sua opinião quanto à adequação da escala, considerando a gradação dos itens, os termos e expressões utilizados e possíveis dificuldades que pudessem comprometer seu uso ou entendimento.

Por ser um estudo piloto, com o objetivo, ainda, de avaliação da adequação do material pelo público-alvo, os questionários foram distribuídos de forma aleatória a 20 pilotos do esquadrão que concorriam à escala de missões no período de coleta, compreendido entre fevereiro e março de 2016. Foram enviados 20 questionários, com retorno válido de 12 participantes, o que corresponde a uma taxa de retorno de 60%.

2.5 PROCEDIMENTO DE ANÁLISE DE DADOS

A versão traduzida do instrumento foi submetida a uma análise qualitativa durante o seu processo de adaptação transcultural, por meio da discussão sobre aspectos semânticos, idiomáticos e linguísticos. Para essa versão, ainda, foi calculado o coeficiente de validade de conteúdo (CVC), conforme os procedimentos propostos por Hernandez-Nieto (2002).

Os coeficientes de validade de conteúdo iniciais de cada item (CVCi) foram obtidos a partir da média das notas atribuídas pelos juízes, conforme exposto nas fórmulas abaixo:

$$M_{item} = \frac{\sum notas}{n^{\circ} de juizes} \qquad CVC_{item} = \frac{M_{item}}{Valormáximopossivel}$$

Ao considerar que, mesmo após apresentação dos critérios a serem observados, as avaliações dos juízes têm um caráter subjetivo, foi calculado o erro para desconto referente a possíveis vieses. O cálculo do erro foi pautado na seguinte fórmula:

$$Erro = \left(\frac{1}{n^{\circ} de juizes} \right)^{n^{\circ} de juizes}$$

O CVC final de cada item em relação a cada um dos critérios (CVCc) foi obtido a partir do desconto do erro calculado, conforme segue:

$$CVC_{critério} = CVC_{item} - Erro$$

Calculados os CVCc dos itens conforme os critérios de clareza e precisão, foi possível obter o valor do CVC total do item (CVCt):

$$CVC_{total} = \frac{CVC_{c1} + CVC_{c2}}{n^{\circ} \text{ de critérios}}$$

Por fim, a partir dos valores de cada item do instrumento (CVCc) obteve-se um valor referente ao coeficiente de validade de conteúdo do instrumento com base na clareza e precisão da linguagem empregada na redação dos itens. Esse valor foi baseado na diferença entre a média do CVCc e a média dos erros, conforme segue:

$$CVC_{instrumento} = M_{CVCc} - M_{erro}$$

3 RESULTADOS

3.1 TRADUÇÃO E ADAPTAÇÃO DA ESCALA

A adaptação da escala proposta por Samn e Perelli (1982) enfocou a adequação de aspectos conceituais, linguísticos e contextuais que permitissem sua aplicação na população brasileira, considerando ainda sua aplicabilidade no contexto aeronáutico. A escala original apresenta uma linguagem coloquial, adequada ao contexto estadunidense, o que, segundo os juízes, representou um desafio na adaptação. No processo de síntese das traduções, as decisões tomadas foram pautadas na melhor adequação dos termos, com menor prejuízo ao sentido pretendido na escala original. Ao final dos procedimentos de análise, tradução, síntese e tradução reversa, obteve-se o seguinte resultado.

Assinale a sentença que descreve como você está se sentindo nesse exato momento:

1. Totalmente alerta, bem desperto, extremamente disposto
2. Muito ativo, responsivo, mas não em nível máximo
3. Bem, relativamente revigorado
4. Um pouco cansado, não totalmente disposto
5. Moderadamente cansado, enfraquecido
6. Muito cansado, com dificuldade de concentração
7. Completamente exausto, incapaz de trabalhar efetivamente

Tabela 1 - Versão na língua portuguesa da SPS.

Na Tabela 2, estão expostos os resultados obtidos a partir da avaliação dos juízes em relação ao coeficiente de validade de conteúdo para cada item (CVCc) e para o instrumento (CVCt).

	CVC por critério				CVC total do item
	Clareza		Precisão		
	CVCi	CVCc1	CVCi	CVCc2	
Item 1	1,00	0,96	1,00	0,96	0,96
Item 2	0,87	0,83	0,90	0,86	0,85
Item 3	0,87	0,83	0,80	0,76	0,80
Item 4	1,00	0,96	1,00	0,96	0,96
Item 5	0,80	0,76	0,90	0,86	0,81
Item 6	1,00	0,96	0,90	0,86	0,91
Item 7	1,00	0,96	1,00	0,96	0,96
CVC do instrumento:					0,86
Valor do erro utilizado no cálculo: 0,04					

Tabela 2 - Coeficientes de validade de conteúdo da versão traduzida da escala.

A partir da aplicação da versão traduzida em uma amostra de pilotos, não foram identificados aspectos a serem melhorados, uma vez que os participantes não apresentaram nenhuma dificuldade na compreensão das instruções ou no preenchimento da escala. Todos os itens mostraram-se adequados em termos de linguagem e gradação da escala.

3.2 FADIGA E ATIVIDADE AÉREA

Os exames iniciais realizados demonstraram que o instrumento se mostrou adequado para mensuração da percepção da fadiga dos respondentes, de modo que houve sensibilidade à variação de tal percepção ao longo do dia, conforme indicado na Figura 4.

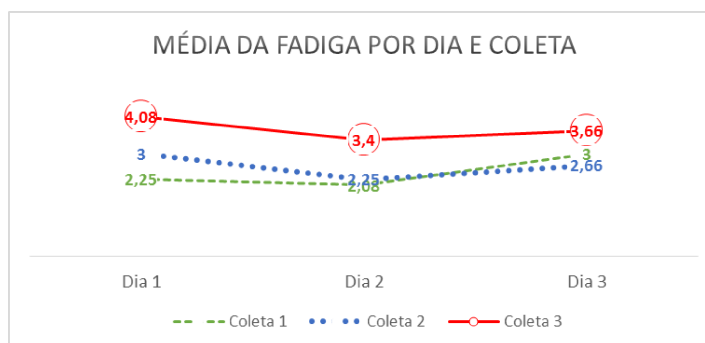


Figura 4 - Média de respostas à escala de fadiga por coleta e dia.

Observa-se que há uma gradação nas coletas realizadas ao longo do dia, de modo que na última coleta, foram reportados índices maiores, os quais são indicadores da mudança na percepção do respondente sobre suas condições ao longo do dia. De forma geral, não houve indícios de efeito cumulativo, quando comparados os diferentes dias de coleta, conforme indicado na Figura 4.

Com base nos dados expostos, verificou-se que índices maiores foram reportados, em geral, no primeiro dia de coleta de dados, quando comparado aos demais. Embora valores mais altos que indicariam níveis inaceitáveis de fadiga tenham apresentado baixa frequência, observou-se uma ocorrência de aumento nesses valores ao longo do tempo. Esse efeito demonstrou ser maior em relação ao tempo transcorrido em horas, e não em relação ao passar dos dias. Durante a terceira coleta de dados do dia, os participantes apresentavam um período de vigília de até 13 horas.

Os dados obtidos junto ao estudo piloto indicaram que há uma associação entre a atividade aérea e a percepção de fadiga, de forma que aqueles que realizaram voos nos dias da mensuração apresentaram reportes correspondentes à maior afetação que aqueles que não haviam voado, conforme indicado na Tabela 3.

Contagem		Voo		Total
		Sem voo no dia	Com voo no dia	
Sinais de Fadiga	Desempenho não afetado % do total	50 46,3%	18 16,7%	68 63%
	Desempenho afetado % do total	20 18,5%	20 18,5%	40 37%
Total %		70 64,8%	38 35,2%	108 100%

Tabela 3 - Tabela cruzada entre sinais de fadiga e atividade aérea.

Observa-se que a maior parte dos respondentes não apresentou sinais de fadiga que pudessem comprometer o desempenho em voo. Com base no total de 68 ocasiões em que as respostas não indicaram comprometimento do desempenho, em 26% os pilotos não haviam realizado voo no dia. Destaca-se que, uma vez que os dados eram coletados três vezes ao dia, foram registradas mais situações nas quais não havia ocorrido o voo que situações em que os pilotos já haviam voado no dia. Esse fato decorre da agenda de voos da unidade aérea, que previa voos de forma alternada e em diferentes horários do dia.

Ao considerar a diferença do tamanho dos grupos, observou-se que, entre as respostas obtidas após a realização de voos, 53% indicaram sinais de que o desempenho poderia ter sido afetado. Quando não havia ocorrido a atividade aérea, essa incidência foi de 29%. Comparativamente, as médias das respostas obtidas após o voo foram maiores que aquelas referentes às respostas dentre pilotos que não haviam executado voo naquela ocasião. A terceira coleta, contudo, demonstrou equilíbrio entre tais respostas, conforme pode ser conferido na Figura 5.

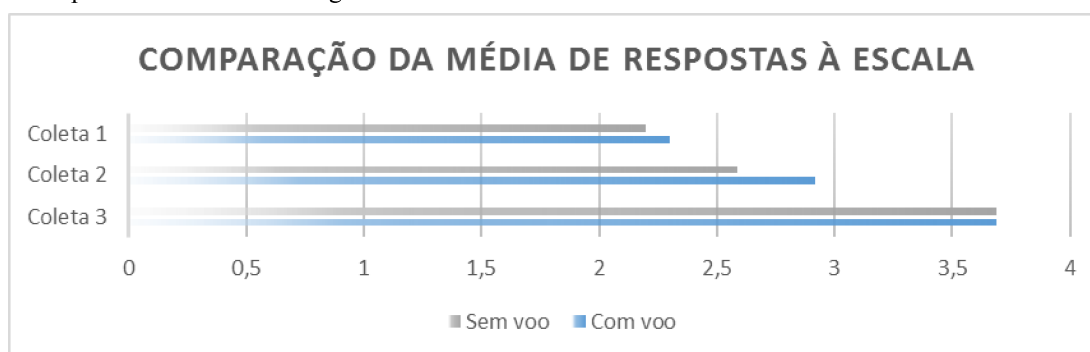


Figura 5 - Comparação de médias de respostas à escala de fadiga.

4 DISCUSSÃO

Medidas autorreferentes são comumente empregadas em contextos de pesquisas acadêmicas por serem um meio eficaz de obter informações acerca da percepção das pessoas sobre diferentes fenômenos ou processos. A facilidade e a agilidade de aplicação da SPS a torna também uma ferramenta interessante ao contexto organizacional, pois proporciona uma maneira rápida e viável de verificar indicadores subjetivos de fadiga que podem subsidiar o processo de tomada de decisão em relação às operações aéreas.

A avaliação de validade de conteúdo realizada pelos juízes resultou em um CVC de 0,86 para esse instrumento e CVC de no mínimo 0,80 para os itens do instrumento. Esses resultados indicam que a versão traduzida da SPS apresentou índices aceitáveis de validade de conteúdo e, portanto, são adequados à sua finalidade (Hernandez-Nieto, 2002).

Apesar de ter sido originalmente formulada para ser empregada em contextos de pesquisa em simuladores de voo, a SPS tem sido empregada em diversos contextos, destacando seu reconhecimento e emprego no contexto aeronáutico (Carmo, 2013; Ferguson et al., 2012; Gander et al., 2013; Honn et al., 2016), o que tem sido respaldado pela indicação da ICAO (2016). Quando associada a outras medidas de gerenciamento dos riscos da fadiga, essa escala pode ser considerada uma efetiva referência para pilotos e gestores de segurança operacional.

Por ser a SPS uma medida autorreferente de rápida e fácil aplicabilidade, permite um retorno imediato sobre a percepção subjetiva da fadiga. Contudo, o gerenciamento do risco da fadiga será mais eficaz se também envolver mensurações objetivas, tais como softwares de operacionalização de modelos biomatemáticos e actígrafos, os quais podem ser usados em conformidade com as operações aéreas reais (ICAO, 2016).

Em contextos laboratoriais de pesquisa e planejamento de operações específicas, que possam apresentar maior complexidade, o uso da SPS pode ser associado à mensuração de respostas fisiológicas e cognitivas, tais como tempo de reação, vigilância, memória de curto prazo, dentre outras. Tais medidas podem ser obtidas por meio do uso de testes de performance, como o Psychomotor Vigilance Test (PVT); ou com auxílio de equipamentos portáteis de eletroencefalograma, que permitem o mapeamento cerebral (Åkerstedt & Gillberg, 1990). Em alguns casos, a associação a outras medidas autorreferentes também pode ser válida para ampliar a efetividade do gerenciamento de riscos associados à fadiga, especialmente se enfocadas medidas com viés retrospectivo, voltado às condições prévias de sono, descanso, carga de trabalho, tais como o checklist de fadiga de voo proposto por Kanashiro (2013).

Reconhecida a relevância de um instrumento como a SPS, ressalta-se que aspectos idiomáticos podem se configurar como um desafio à adaptação de instrumentos e medidas, mas não constituem uma barreira impeditiva. O cuidado em buscar uma aproximação semântica e léxica entre os termos empregados na escala original e aqueles usados na versão traduzida é essencial para que a qualidade do instrumento seja mantida. Nesse sentido, todas as etapas adotadas no método de adaptação empregado visaram à garantia de que os respondentes possam, de fato, interpretar e criar correspondências entre a percepção de seu estado físico e psicológico e o item constante na escala.

Os resultados obtidos no estudo piloto para avaliação da redação do instrumento não podem ser considerados conclusivos, uma vez que a interferência de outras variáveis não foi controlada. Contudo, apesar de tratar-se de uma amostra pequena, foi evidenciada a necessidade de investigações que contemplem a relação entre a atividade aérea e a percepção de fadiga. A lacuna temporal entre as coletas de dados indicou que a passagem do tempo durante o período de um dia (coletas ao longo do dia) afetou mais a percepção de fadiga que a passagem do tempo durante a semana (coletas em diferentes dias). Esse resultado é condizente com os apontamentos encontrados na literatura da área, que destaca a influência do ciclo circadiano na percepção de fadiga (Ferguson, 2012). Observa-se, ainda, que a SPS se mostra uma medida adequada à verificação da fadiga aguda, aquela observada após uma extensão de tempo sem o adequado descanso. Efeitos da passagem do tempo ao longo de períodos maiores (semanas, meses) seriam melhor identificados por instrumentos que focassem a verificação da fadiga crônica ou acumulativa.

5 CONCLUSÃO

Com base nos resultados satisfatórios obtidos quanto à adaptação da SPS ao idioma português, recomenda-se o seu uso como ferramenta organizacional para a mitigação do risco da fadiga, auxiliando no gerenciamento individual ao elevar a consciência situacional do piloto acerca de suas condições de executar a atividade aérea em um dado momento.

Ao considerar que a fadiga consiste em um estado de difícil mensuração e que, em geral, não é facilmente reconhecido pelo ser humano, a introdução da SPS nas práticas de gerenciamento dos riscos da fadiga poderá permitir aos profissionais que, durante o processo de aplicação do instrumento, tornem-se mais cientes de suas condições. Quando aplicada sistematicamente, essa ferramenta poderá corroborar para que tais profissionais desenvolvam uma percepção mais apurada de que estão suscetíveis a esse quadro, à medida que podem observar as variações que ocorrem em seu desempenho ou condicionamento ao longo do tempo.

Conforme assinalado pela ICAO (2016), há diversos métodos de classificação da severidade dos índices de fadiga. Essa variedade está relacionada ao reconhecimento de que os efeitos da fadiga sobre o desempenho humano também variam. Para melhor emprego da SPS no gerenciamento da fadiga, sugere-se que a interpretação dos índices de fadiga ocorra de forma associada à matriz de avaliação do risco de segurança indicada pela ICAO no Doc. 9966 (ICAO, 2016). Essa matriz pauta-se na indicação dos riscos a partir do cruzamento entre a probabilidade de ocorrência de um evento e a severidade de suas consequências, conforme exposto na Figura 6.

Probabilidade		Severidade da Fadiga							
		Catastrófico	Perigoso	Maior	Menor	Insignificante			
		A	B	C	D	E			
Frequente	5	5A	Acidente	5B	Ampla redução da segurança	5C	Significativa redução da segurança	5D	5E
Ocasional	4	4A		4B		4C		4D	4E
Remoto	3	3A		3B		3C		3D	3E
Improvável	2	2A		2B		2C		2D	2E
Extremamente improvável	1	1A		1B		1C		1D	1E

Adaptado do Doc. 9966 (ICAO, 2016).

Figura 6 - Matriz de avaliação do risco da segurança operacional.

A SPS, quando associada à matriz de avaliação do risco da segurança operacional, consiste em uma ferramenta valiosa para o estabelecimento de critérios para a identificação do nível de fadiga percebido pelo indivíduo. Embora tenha uma limitada capacidade de comprovar os efeitos da fadiga no desempenho humano, por tratar-se de uma medida autorreferente, a SPS possibilita apreender a percepção do profissional no exato momento em que desempenha suas atividades, podendo, dessa forma, apreender alguns sinais de fadiga ainda não observáveis ao profissional ou à sua equipe. Como referência para verificação da severidade da fadiga, indica-se a Tabela 4.

Nível de Fadiga reportado	Classificação	
	Sam e Perelli (1982)	ICAO (2016)
1. Totalmente alerta, bem desperto, extremamente disposto	Classe VI	E
	Suficientemente alerta	Insignificante
2. Muito ativo, responsivo, mas não em nível máximo	Classe VI	E
	Suficientemente alerta	Insignificante
3. Bem, relativamente revigorado	Classe VI	E
	Suficientemente alerta	Insignificante
4. Um pouco cansado, não totalmente disposto	Classe III	D
	Fadiga leve	Menor severidade
5. Moderadamente cansado, enfraquecido	Classe II	C
	Fadiga moderada a severa	Maior severidade
6. Muito cansado, com dificuldade de concentração	Classe II	B
	Fadiga moderada a severa	Perigoso
7. Completamente exausto, incapaz de trabalhar efetivamente	Fadiga Severa	A
		Catastrófico

Tabela 4 - Referência para classificação da severidade da fadiga.

Para melhorias no sistema aeronáutico, pesquisas futuras que realizem o cruzamento de medidas objetivas e subjetivas são necessárias. Nesse sentido, a versão traduzida da SPS se apresenta como uma alternativa viável. Para superar as limitações do presente estudo e avançar nas questões aqui tratadas, estudos com amostras maiores de pilotos poderão ser realizados para indicar as características psicométricas dessa medida, por meio de análises inferenciais aplicáveis à avaliação de itens, como a Teoria de Resposta ao Item (TRI). Ainda, sugere-se que sejam realizados estudos comparativos com outras áreas de atividades, ampliando o estudo por meio da comparação entre pilotos civis e militares; ou por meio do enfoque aos demais profissionais que atuam na aviação, tais como controladores de tráfego aéreo e mecânicos.

REFERÊNCIAS

ÅKERSTEDT, T.; GILLBERG, M. Subjective and objective sleepiness in the active individual. **The International journal of neuroscience**, Vol. 1-2, No.52 (1-2), p. 29-37, 1990.

- ANDREA, H.; KANT, I. J.; BEURSKENS, A. J.; METSEMAKERS, J. F.; VAN SCHAYCK, C. P. Associations between fatigue attributions and fatigue, health, and psychosocial work characteristics: A study among employees visiting a physician with fatigue. **Occupational and Environmental Medicine**, Vol. 60, Suppl 1, pp. 99-104. 2003.
- BALKIN, T.; BLIESE, P. D.; BELENKY, G.; SING, H.; THORNE, D. R.; THOMAS, M.; REDMOND D. P.; RUSSO, M.; WESENSTEN, N. J. Comparative utility of instruments for monitoring sleepiness-related performance decrements in the operational environment. **Journal of Sleep Research**, Vol. 13, pp. 219-227. 2004.
- BEATON, D. E.; BOMBADIER, C.; GUILLEMIN, F.; FERRAZ, M. B. Guidelines for the Process of Cross-Cultural Adaptation of Self-Report Measures. **Spine**, Vol. 25, No. 24, 3186–3191. 2000.
- BORSA, J. C.; DAMÁSIO, B. F.; BANDEIRA, D. R. Adaptação e validação de instrumentos psicológicos entre culturas: algumas considerações, **Paidéia**, Vol. 22, No. 53, pp. 423-432. 2012. Disponível em <<https://dx.doi.org/10.1590/S0103-863X2012000300014>>. Acesso em: 12 nov. 2017.
- CARMO, O. F. Fadiga e pilotagem de helicópteros de segurança pública e defesa civil. In: Simpósio de Segurança de Voo do Instituto de Pesquisa em Voo, **Anais...** São José dos Campos, SP, Brasil. 2013.
- DITTNER, A. J.; WESSELY, S. C.; BROWN, R. G. The assessment of fatigue - A practical guide for clinicians and researchers, **Journal of Psychosomatic Research**, Vol. 56, No. 2, pp. 157 – 170. 2004.
- DORRIAN, J.; BAULK, S. D.; DAWSON, D. Work hours, workload, sleep and fatigue in Australian Rail Industry employees. **Applied Ergonomics**, Vol. 42, pp. 202-209. 2011.
- FERGUSON, A. S.; PAECH, G. M.; SARGENT, C.; DARWENT, D.; KENNAWAY; ROACH, G. The influence of circadian time and sleep dose on subjective fatigue ratings. **Accident Analysis and Prevention**, Vol. 45, pp.50– 54. 2012.
- GANDER, P. H.; SIGNAL, T. L.; VAN DEN BERG, M. J.; MULRINE, H. M.; JAY, S. M.; MANGIE, C. J. In-flight sleep, pilot fatigue and Psychomotor Vigilance Task performance on ultra-long range versus long range flights. **Journal of Sleep Research**, Vol. 22, pp.697–706. 2013.
- GIALLO, R.; WADE, C.; COOKLIN, A.; ROSE, N. Assessment of maternal fatigue and depression in the post partum period: Support for two separate constructs. **Journal of Reproductive and Infant Psychology**, Vol. 29, No.1, pp.69-80. 2011.
- GOUVEIA, V. V.; OLIVEIRA, G. F.; MENDES, L. A. C.; SOUZA, L. E. C.; CAVALCANTI, T. M.; MELO, R. L. P. Escala de avaliação da fadiga: adaptação para profissionais da saúde. **Revista Psicologia: Organizações e Trabalho**, Vol. 15, No. 3, pp.246-256. 2015.
- HERNÁNDEZ-NIETO, R. A. **Contributions to Statistical Analysis**, Mérida: Universidad de Los Andes. 2002.
- HONN, K. A.; SATTERFIELD, B. C.; MCCAULEY, P.; CALDWELL, J. L.; DONGEN, H. P. A. V. Fatiguing effect of multiple take-offs and landings in regional airline operations. **Accident Analysis and Prevention**, Vol. 86, pp.199–208. 2016.
- INTERNACIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION [ICAO]. Doc 9966: Manual for the oversight of fatigue management approaches. Montreal: Canadá, 2016.
- _____. **Fatigue Risk Management Systems: Implementation Guide for Operators**. Montreal: Canadá, 2012.
- KANASHIRO, R. G. Fadiga de voo. In: W. F. Temporal (Org), **Medicina aeroespacial**, Rio de Janeiro: Luzes. 2005.
- _____. Jornada de voo na aviação de transporte e a prevenção da fadiga. **Revista Conexão SIPAER**, Vol.4, No. 2, pp.190-199. 2013.
- KANT, I. J.; BÜLTMANN, U.; SCHRÖER, K. A. P.; BEURSKENS, A. J. H. M.; VAN AMELSVOORT, L. G. P. M.; SWAEN, G. M. H. An epidemiological approach to study fatigue in the working population: The Maastricht cohort study. **Occupational and Environmental Medicine**, Vol. 60, pp.32-39. 2003.
- MALVEZZI, S. Prefácio. In: Zanelli, J. C.; Borges-Andrade, J. E.; Bastos, A. V. B. (Orgs.). **Psicologia, Organizações e Trabalho no Brasil**, Porto Alegre: Artmed, pp.13-18. 2004.
- MICHIELSEN, H. J.; DE VRIES, J.; DRENT, M.; PEROS-GOLUBICIC, T. Psychometric qualities of the Fatigue Assessment Scale in Croatian sarcoidosis patients. **Sarcoidosis Vasculitis and Diffuse Lung Diseases**, Vol. 22, No.2, pp.133-138. 2005.
- MICHIELSEN, H. J.; WILLEMSSEN, T. M.; CROON, M. A.; DE VRIES, J.; VAN HECK, G. L. Determinants of general fatigue and emotional exhaustion: A prospective study. **Psychology and Health**, Vol. 19, No. 2, pp. 223-235. 2004.
- SAMN S. W.; PERELLI, L. P. **Technical Report No. SAM-TR-82-21** – Estimating aircrew fatigue: A technique with implications to airlift operations. Brooks AFB, TX: USAF School of Aerospace Medicine. 1982.
- SHAHIDA, A.; SHENA, J.; SHAPIRO, C. M. Measurements of sleepiness and fatigue. **Journal of Psychosomatic Research**, Vol. 69, No. 1, pp.81-89. 2010.
- DENOLLET, J. Symptoms of fatigue in chronic heart failure patients: Clinical and psychological predictors. **European Journal of Heart Failure**, Vol. 9, No. 9, pp.922-927. 2007.
- VAN DIJK, F. J.; SWAEN, G. M. Fatigue at work, **Occupational and Environmental Medicine**, Vol. 60, pp. 1-3. 2003

O Laser e as Medidas Mitigadoras Proativas para a Segurança de Voo

Thalles Francisco Coutinho¹

1 Bacharel em Ciências Aeronáuticas pelo Centro Universitário de Bauru, mantido pela Instituição Toledo de Ensino. Gestor de Segurança Operacional credenciado pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), Piloto de Avião, Piloto de Planador e membro do Grupo de Pesquisa Aviation Industry Research (AIR) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU).

RESUMO: Este artigo apresenta um breve estudo sobre as medidas mitigadoras proativas referentes ao uso inadequado do laser que compromete a segurança operacional na atividade aérea. Em seguida, são apresentadas formas de mitigar o problema baseadas nos três pilares de mecanismo de defesa na aviação, em que são apresentadas as novas tecnologias para minimizar o problema, treinamento adequado aos tripulantes e a regulamentação existente para coibir o uso inadequado do laser. Posteriormente, serão apresentadas recomendações de segurança operacional e a conclusão de que o laser representa um perigo eminente para atividade aérea.

Palavras Chave: Laser. Segurança Operacional. Mitigar.

The Laser and Proactive Mitigation Measures for Flight Safety

ABSTRACT: This article presents a study on proactive mitigation measures for the inappropriate use of laser which compromises operational security on air activity. The article shows ways to mitigate the problem based on the three defense mechanism pillars in aviation, in which new technologies are studied to minimize the problem, adequate training for pilots and existing regulations to curb inappropriate use of laser. Then, operational safety recommendations and a conclusion on laser as an imminent danger to air activity are presented.

Key words: Laser. Operational Security. Mitigate.

Citação: Coutinho, TF. (2017) O Laser e as Medidas Mitigadoras Proativas para a Segurança de Voo. *Revista Conexão Sipaer*, Vol. 8, No. 3, pp. 29-33.

1 INTRODUÇÃO

Iluminação de raio laser em aviões tornou-se mais comum durante os últimos anos. Embora sejam apenas iluminações de brincadeira ao ar livre, esses ataques representam, frequentemente, o resultado de uma ação deliberada. E o problema tornou-se mais pronunciado com a fácil disponibilidade de lasers, muitas vezes adquiridos através da internet (IFALPA, 2009).

Os levantamentos das ocorrências foram iniciados no ano de 2010 pela Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (INFRAERO), com o intuito de mapear os locais com maior número de incidências, para notificar e planejar ações táticas em conjunto com as autoridades, como o Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA) e as Polícias Federal, Militar e Civil, a fim de conscientizá-los da gravidade do problema.

Essa problemática possui um caráter aparentemente inofensivo e, na maior parte das vezes, as canetas com raio laser são dadas às crianças pelos pais como um brinquedo, sem ter dimensão das consequências inerentes advindas desse produto.

A falta de informação associada à fácil aquisição do laser faz com que os ataques aumentem e, de acordo com CENIPA (2015), no Brasil todos os dias são reportados pelo menos dois casos de ataques contra as aeronaves, o que é bastante preocupante. Hoje, fabricantes de aeronaves e companhias aéreas tentam se adequar ao problema, enquanto os órgãos de segurança da aviação desenvolvem medidas reativas e preventivas para mitigar essa condição latente existente na atividade aérea.

Tendo isso em vista, o objetivo deste breve estudo é apresentar os índices de reportes das emissões a raio laser no Brasil e, através de uma revisão de literatura, descrever as medidas mitigadoras proativas para as emissões, utilizando os mecanismos existentes na aviação com base nos princípios de defesa dos Sistemas de Gerenciamento da Segurança Operacional (SGSO).

2 LASER

Laser é uma palavra que é formada a partir das iniciais das palavras *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*, que juntas significam “amplificação da luz por emissão estimulada por radiação”. O laser possui características especiais como, por exemplo, ser monocromático, coerente e colimado, além de ter larga aplicação tecnológica e científica que vem se expandindo cada dia mais (BASÍLIO et al., 2011).

O laser está entre umas das primícias de tal evolução tecnológica, desde sua criação, no ano de 1960, pelo físico americano Theodore Haroud Maiman. Suas características já prediziam que o laser apresentava grandes variedades em suas aplicações, devido ao seu alto poder de concentração luminosa, sendo empregado em áreas como medicina, indústria, comércio, comunicação, segurança, pesquisas científicas e equipamentos eletrônicos (OLIVEIRA, 2013).

O laser produz raios de luz que podem causar danos irreversíveis à retina do olho humano, mesmo a distâncias de 10 km. Os efeitos biológicos mais comuns relatados em decorrência do uso não autorizado do laser, são, distração, queimadura de retina, hemorragias na retina, ruptura do globo ocular, *glare* (visão ofuscada enquanto durar o clarão da luz), *flash blindness* (cegueira

temporária, como num flash de câmera fotográfica) e *after image* (imagem que permanece no campo visual após o olho ser exposto a uma luz brilhante) (ICAO, 2003). E de acordo com os estudos realizados em 2004 pela FAA e publicados no relatório DOT/FAA/AM-04/9, constataram que:

Quando um raio laser atinge uma aeronave, o piloto vê um flash, um raio de luz. Na melhor das hipóteses esse fato pode distrair o piloto e, na pior, a luz pode ser tão clara e brilhante que pode impedir que o piloto veja além dessa luz, cegando-o temporariamente. Pode acontecer também de o piloto pensar estar sendo atacado por algum tipo de luz laser e efetuar manobras evasivas durante pousos ou decolagens. Os estudos ressaltaram que, quando os pilotos recebem a luz do laser, fica significativamente mais difícil para eles realizarem procedimentos de pouso bem sucedidos (BASÍLIO et al., 2011, p. 218).

Como medida imediata a esse perigo em potencial, o CENIPA deu início a sua campanha para mitigar os ataques de laser contra aeronaves e um dos métodos é o reporte feito através de um formulário online no site do CENIPA, o qual gera gráficos específicos norteando os órgãos competentes desde 2012.

No gráfico 1, observa-se que em 2015, até o dia 19/06, foram registradas 399 ocorrências de apontamento de laser contra aeronaves. Segundo CENIPA (2015), uma média de 2,3 por dia.

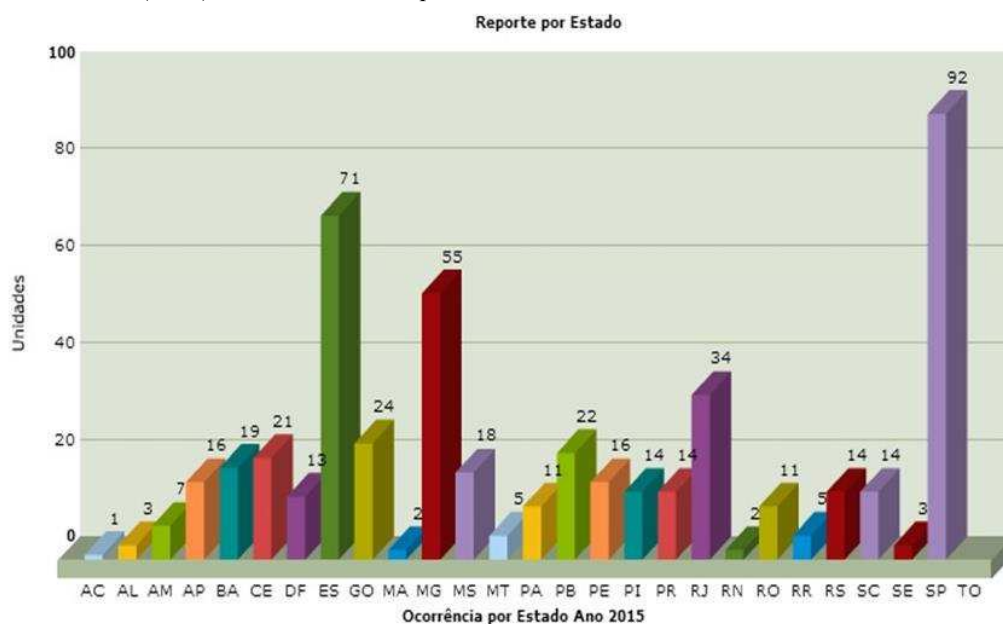


Gráfico 1: Notificações de voos atingidos por LASER por Estado. Fonte CENIPA (2015).

Nota-se no gráfico 2, que o aeródromo Eurico de Aguiar Salles, localizado em Vitória, no estado do Espírito Santo, é o aeroporto com maior índice de emissão laser no primeiro semestre de 2015. Entretanto, totalizando em um contexto geral de todos aeródromos, os do estado de São Paulo são os que apresentam o maior número de notificações de aeronaves atingidas por laser.

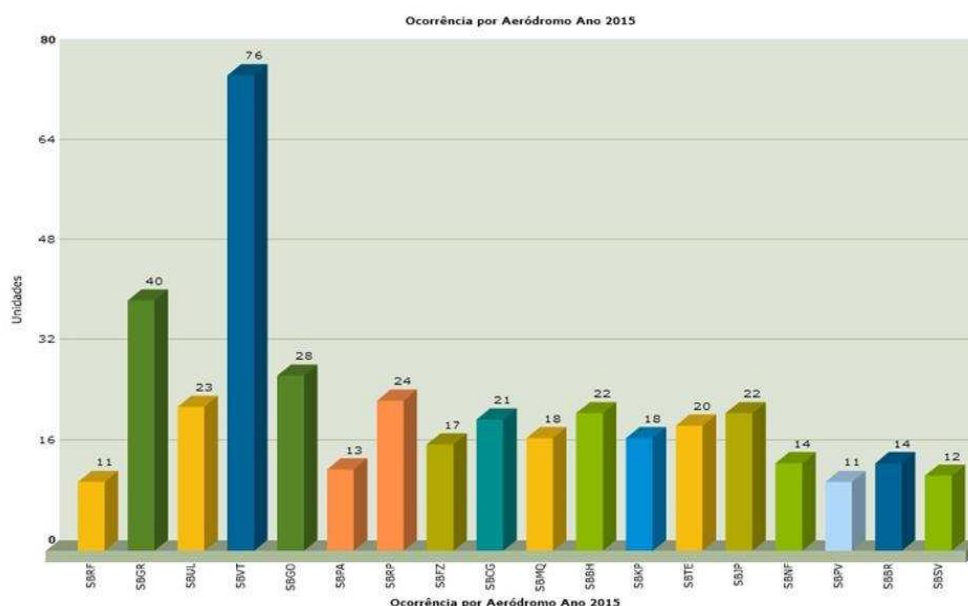


Gráfico 2: Notificações de voos atingidos por LASER por Aeródromo. Fonte CENIPA (2015).

E conforme apresentado no gráfico 3, em 2015, fica evidente que aproximação final é o período em que mais ocorre emissão a raio laser, e é notório que essa é uma fase do voo em que o piloto precisa se concentrar ao máximo para não errar.

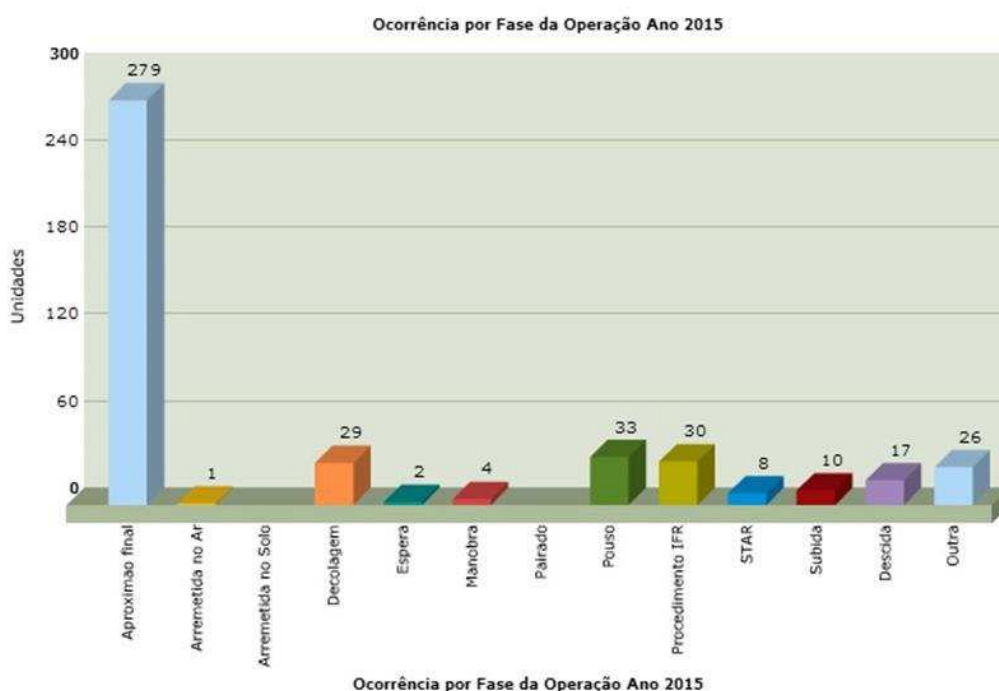


Gráfico 3: Notificações de voos atingidos por LASER por fase de operação. Fonte CENIPA (2015).

Em conformidade o relatório anual de acidentes de aviões comerciais desenvolvido pela Boeing desde 1959, 34% de todos os acidentes fatais ocorridos com a frota mundial de aeronaves comerciais ocorreram na fase de aproximação e pouso (BOEING, 2010). Por isso, que toda a atenção dos tripulantes deve estar voltada para o único objetivo de pousar o avião de forma segura. E qualquer desvio de atenção pode causar erros de percepção de rampa e pouso, aumentando a probabilidade da ocorrência de um acidente (LPS, 2010).

Através dos gráficos, notamos os estados mais afetados, a fase de operação mais atingida e os aeródromos com os índices mais elevados devido os ataques de laser. Todas essas informações são coletadas através dos reportes que, conseqüentemente, ajudam os órgãos competentes a desenvolverem suas atividades de prevenção.

3 METODOLOGIA

Este artigo se caracteriza como uma revisão de literatura utilizando fontes estritamente bibliográficas. E de acordo com Lakatos e Marconi (2010), a pesquisa bibliográfica tem por objetivo ser baseada em todas as publicações existentes sobre um determinado assunto.

Em razão disso, este trabalho oferece meios de mitigação para um problema já conhecido, que utilizará como base bibliográfica os mecanismos de defesas disponíveis na atividade aérea.

A análise será feita com base em três princípios básicos defesas do SGSO, que são: as tecnologias, os treinamentos e as regulamentações para coibir o uso do laser na aviação (STOLZER, HALFORD & GOGLIA, 2011).

4 ANÁLISE

Atualmente, a indústria aeronáutica tem desenvolvido seu trabalho em consonância com os princípios do SGSO, o qual é responsável por desenvolver processos e procedimentos para elevar o nível de segurança das organizações (STOLZER, HALFORD & GOGLIA, 2011).

Durante o funcionamento do SGSO, quando um perigo em potencial é identificado, os responsáveis imediatamente avaliam as conseqüências desse perigo, adquirindo dados referentes a probabilidade e a severidade. Em seguida, após a análise, é imprescindível efetuar a mitigação, que é delineada por três mecanismos de defesa: tecnologia, treinamento e regulamentos (STOLZER, HALFORD & GOGLIA, 2011).

4.1 TECNOLOGIA

Com os avanços nas pesquisas, indústrias e companhias aéreas buscam soluções para mitigar os ataques de laser contra as aeronaves, e desde 2015, a Metamaterial Technologies com sede em Halifax no Canadá está desenvolvendo o metAIR film, que

é um insulfim resistente a emissão de raio laser, especialmente desenvolvidos para aeronaves. A Metamaterial Technologies já trabalhou com a Airbus para avaliar, verificar e testar o metAIR film em aeronaves da família Airbus 320 (LPS, 2016).

O Grupo Satair, é uma subsidiária da Airbus que oferece gerenciamento de peças, serviços e suporte para todos os tipos de aeronaves, e em junho de 2017, concordou em comercializar o metAIR film, e aguarda para o início de 2018, a certificação da Administração Federal de Aviação dos Estados Unidos (FAA), da Agência Européia de Segurança da Aviação (EASA), da Aviação Civil de Transportes do Canadá (TCCA) e da Autoridade de Aviação Civil do Reino Unido (CAA UK). (LPS, 2017).

Após a certificação das autoridades aeronáuticas citadas, possivelmente outras jurisdições aeronáuticas ao redor do globo irão autorizar o uso do metAIR film em diversos tipos de aeronaves, pois embora o Grupo Satair seja uma subsidiária da Airbus, a comercialização do metAIR film será integralmente possível para todas as aeronaves da aviação civil. Iniciando com a aviação comercial, e depois expandido o mercado para a aviação geral (LPS, 2017).

4.2 TREINAMENTO

Na aviação, o treinamento recorrente em simuladores é o responsável por avaliar e manter a proficiência dos tripulantes durante toda a carreira, de modo a deixa-los aptos e preparados para eventuais emergências. Em vista disso, a adoção de um treinamento simulado de emissão a raio laser, pode se configurar como uma medida preventiva para tornar os tripulantes mais eficazes e preparados para essa condição adversa.

O tripulante talvez não consiga reduzir a probabilidade dos incidentes a laser, mas se devidamente treinado, o mesmo conseguirá reduzir a severidade deste evento, tornando uma condição adversa em uma situação gerenciável. (LPS, 2015).

Os treinamentos não se restringem apenas aos simuladores, hoje existem programas de treinamento específicos à distância e in loco para preparar o tripulante para uma emissão a raio laser. Como o Aviation Laser Defense Training Program oferecido pela Laser Armor, empresa Americana que com base nesse programa, ensina aos tripulantes as capacidades, limitações e as medidas preventivas para responder uma emissão a raio laser (LPS, 2015).

4.3 REGULAMENTOS

As regulamentações referentes ao uso indevido do raio laser na aviação, deu início em 2003 pela International Civil Aviation Organization (ICAO) que desenvolveu o Doc 9815 *On Laser Emitters and Flight Safety*, um manual específico aos emissores de laser com foco para a segurança de voo, composto por uma breve explicação da origem do laser, seguida por uma avaliação dos riscos da utilização desse artefato, somada aos efeitos biológicos causados ao olho humano. E, por fim, os métodos e as recomendações aos países signatários da ICAO, para adquirir dados e mitigar as ocorrências de raio laser na atividade aérea (ICAO, 2003).

No Brasil, a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) incluiu no Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) nº 154 referente aos Projetos de Aeródromos, as definições e ilustrações das zonas críticas e das zonas livres de emissão a raio laser nas proximidades dos aeródromos (BASÍLIO et al., 2011).

4.3.1 Aplicação da lei no Brasil

Em 2011, a Assembleia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro (Alerj), aprovou o projeto de lei nº 683 de junho de 2011, o qual cria regras para a venda de canetas a raio laser, e uma delas é que o produto não pode ser vendido a menores de 18 anos. Embora a lei tenha sido criada em função do uso indiscriminado contra jogadores nos estádios de futebol, esse projeto de lei consequentemente auxilia de forma positiva à aviação ao combate do uso indevido de canetas a raio laser (JUSBRASIL, 2011).

Por ter um caráter recreativo, as pessoas desconhecem que a emissão a raio laser em aeronaves é considerada crime. E, de acordo com o Artigo 261 do Código Penal Brasileiro (1940):

Expor a perigo embarcação ou aeronave, própria ou alheia, ou praticar qualquer ato tendente a impedir ou dificultar navegação marítima, fluvial ou aérea. Pena - reclusão, de dois a cinco anos.

A utilização do Código Penal Brasileiro, nos casos de emissão a laser em aeronaves, é uma ferramenta reativa e preventiva, que se utilizada de forma satisfatória, tem a probabilidade de diminuir as ocorrências (CENIPA, 2015).

5 **RESULTADOS**

As medidas mitigadoras apresentadas neste estudo foram analisadas com base nos três mecanismos básicos de defesas do SGSO. E durante a análise, ficou visível que a tecnologia, o treinamento e os regulamentos são mecanismos distintos mas que trabalham em prol do mesmo objetivo. A partir disso, surge a hipótese de um mecanismo ser mais eficiente que o outro. Porém, esse não é o propósito do estudo, pois o importante é apresentar a disponibilidade de defesas e ressaltar o desempenho da aviação perante a um problema que interfere na segurança de voo.

Hoje, a tecnologia disponível aguarda a certificação dos órgãos reguladores e isso demonstra um futuro incerto para esse mecanismo de defesa. Completamente ao contrário do treinamento que encontra-se disponível no mercado e se devidamente utilizado pode preparar os tripulantes para um ataque a raio laser. Já as regulamentações existentes são o suporte para os demais mecanismos e ainda atuam de forma reativa com base na lei aos indivíduos que cometem o crime de utilizar um raio laser contra uma aeronave.

Os mecanismos de defesas que decorrem desta análise, evidenciam que, a emissão a laser é caracterizada por uma condição individual, com ênfase no fator humano. Porém o trabalho de prevenção deve ser sistêmico, abrangendo todos os níveis, de forma a conscientizar o todo.

6 CONCLUSÃO

A utilização dos mecanismos de defesas baseados em princípios do SGSO, podem auxiliar na mitigação deste problema, pois o uso inadequado do laser é uma problemática que requer atenção contínua. E as metodologias apresentadas enquadram-se como opções de mitigação e devem ser difundidas para toda a aviação.

No futuro, a tecnologia poderá apresentar bons resultados, mas por enquanto o treinamento é caminho a ser percorrido pelas organizações que necessitam preparar os seus tripulantes. E os órgãos competentes devem trabalhar na prevenção, atuando de forma sistêmica em prol da redução dos índices para que a aviação se torne mais segura.

Por tanto, durante a utilização desses mecanismos, deve ser lembrado da importância dos regulamentos que norteiam a aviação perante ao uso inadequado do laser, de modo que, tenham base para efetuar os trabalhos de prevenção.

Esta é, sem dúvida, uma temática ampla que abre espaço para a apresentação de novas metodologias de mitigação. Neste sentido, a pretensão deste estudo foi propor medidas mitigadoras para um problema na aviação, visando à prevenção e abrindo caminhos para novas pesquisas.

REFERÊNCIAS

- BASÍLIO, G.B. et al. O Laser e os Riscos de Sua Utilização Indevida para a Segurança de Voo. **Revista Conexão SIPAER**, Vol. 2, No. 2, pp. 214-226. 2011. Disponível em: <<http://conexaosipaer.cenipa.gov.br/index.php/sipaer/article/view/80/116>>. Acesso em: 5 jun. 2015.
- BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil. **Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) 154**: Projetos de Aeródromos, Emenda No. 00, Brasília. 2009. Disponível em: <<https://goo.gl/bxv48U>>. Acesso em: 19 jun. 2015.
- BRASIL. **Decreto-Lei Nº 2.848**, de 7 de Dezembro de 1940. Dispõe sobre o Código de Processo Penal. Disponível em: <<https://goo.gl/gRxQRX>>. Acesso em: 15 jun. 2015.
- CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS [CENIPA]. **Apontar raio laser verde para aeronaves pode matar pessoas**. 2011. Disponível em: <<https://goo.gl/6tY8d7>>. Acesso em: 11 jun. 2015.
- _____. **Ficha de Notificação de Raio Laser**. 2012. Disponível em: <<https://goo.gl/yXWYGj>>. Acesso em: 5 jun. 2015.
- _____. **Pesquisa de Gráficos**. 2015. Disponível em: <<https://goo.gl/sRkCwD>>. Acesso em: 5 jun. 2015.
- _____. **Brasil registra 2,3 casos por dia de raio laser contra aviões**. 2015. Disponível em: <<https://goo.gl/tDLk2K>>. Acesso em: 2 jun. 2015.
- EMPRESA BRASILEIRA DE INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA [INFRAERO]. **Relatório de análise crítica sobre ação de ponteiros laser**. 2010. Disponível em: <<https://goo.gl/yJiUzF>>. Acesso em: 20 jun. 2015.
- ESTADOS UNIDOS. Department of Transportation. Federal Aviation Administration. **Report No DOT/FAA/AM-04/9**: The effects of laser illumination on operational and visual performance of pilots during final approach. FAA Office of Aerospace Medicine. 2004. Disponível em: <<https://goo.gl/cAUuB6>>. Acesso em: 18 jun. 2015.
- INTERNACIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION [ICAO]. **Doc 9815**: Manual on Laser Emitters and Flight Safety. Montreal: Canadá, 2011. ISBN 92-9194-058-5.
- INTERNATIONAL FEDERATION OF AIR LINE PILOTS' ASSOCIATIONS [IFALPA]. **The effects of laser illumination of aircraft**. 2009. Disponível em: <<https://goo.gl/tyM8W2>>. Acesso em: 6 jun. 2015.
- JUSBRASIL. **Proposta proíbe venda de canetas laser a menores**. 2011. Disponível em: <<https://goo.gl/m15uEU>>. Acesso em: 22 jun. 2015.
- LAKATOS, E.M.; MARCONI, M.A. **Fundamentos da metodologia científica**. 7ª Edição. São Paulo: Atlas. 2010.
- LASER POINTER SAFETY [LPS]. **Laser pointer laws and regulations**. 2010. Disponível em: <<https://goo.gl/rC8Bva>>. Acesso em: 22 jun. 2015.
- _____. **Airbus to test windscreen anti-laser film**. 2013. Disponível em: <<https://goo.gl/V8yXxp>>. Acesso em: 27 jul. 2015.
- _____. **How to reduce incident severity: For Pilots**. 2015. Disponível em: <<https://goo.gl/nJjpfT>>. Acesso em: 25 jul. 2015.
- _____. **Laser protection windscreen film offered by Airbus subsidiary for civil aviation**. 2017. Disponível em: <<https://goo.gl/xjsd49>>. Acesso em: 14 jul. 2015.
- OLIVEIRA, E.R. **Riscos de exposição da tripulação sob o efeito da iluminação laser**. 2013. Disponível em: <<https://goo.gl/ixmZ6E>>. Acesso em: 2 jun. 2015.
- STOLZER, A.J.; HALFORD, C.D.; GOGLIA, J.J. **Sistemas de Gerenciamento da Segurança Operacional na Aviação**. São Paulo: DCA-BR. 2011.
- THE BOEING COMPANY [BOEING]. **Boeing Annual Summary of Commercial Jet Airplane Accidents**. 2010. Disponível em <https://goo.gl/NhDwyu>. Acesso em: 10 jun. 2015

Dificuldades em Serviço na Aviação Civil Brasileira – Panorama de 2016

Rogério Possi Junior¹

¹ Especialista em Regulação de Aviação Civil, Superintendência de Aeronavegabilidade (SAR) da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC).

RESUMO: Neste trabalho, apresenta-se o resumo dos eventos de dificuldades em serviço de 2016, que foram comunicados a Agência Nacional de Aviação Civil por operadores, organizações de manutenção de produto aeronáutico e fabricantes de produtos aeronáuticos. Após identificar-se os requisitos regulamentares associando a necessidade do envio dos relatórios com o tipo de certificação da organização, apresentam-se os dados submetidos por estas. Os dados são mostrados de acordo com o mês apresentado, o tipo da organização, o tipo de operação, a fase de operação e de acordo com a tecnologia envolvida. Por fim, os relatórios foram classificados de acordo com a certificação do produto e o programa associado.

Palavras Chave: Aeronavegabilidade. Dificuldades em serviço. Segurança de voo.

In Service Difficulties – Summary of 2016

ABSTRACT: In this paper, we present a summary of in service difficulties events in 2016, which were communicated to the National Agency of Civil Aviation by operators, maintenance organizations of aeronautical product and aircraft manufacturers. After identify the regulatory requirements involving the need to send the reports with the type of organization certification, we present the data submitted by them. The data are shown in accordance with the reported month, the kind of organization, the operation type, the operation phase and according to the cover technology. Finally, the reports were classified according to the product certification and the associated program.

Key words: Airworthiness. In service difficulties. Flight safety.

Citação: Junior, RP. (2017) Dificuldades em Serviço na Aviação Civil Brasileira – Panorama de 2016. *Revista Conexão Sipaer*, Vol. 8, No. 3, pp. 34-57.

1 INTRODUÇÃO

Como parte de suas atribuições, uma Autoridade de Aviação Civil (AAC) possui a incumbência de determinar os padrões e requisitos aplicáveis para o projeto e construção de aeronaves civis. Estes padrões e requisitos compõem os regulamentos de aeronavegabilidade (Florio, 2011).

Aeronavegabilidade consiste em uma propriedade de um sistema particular - um sistema aéreo – em que tal sistema possui a habilidade de atingir, manter e terminar um voo de forma segura de acordo com sua utilização e seus limites (ESTADOS UNIDOS, 2014).

Desta forma, a certificação de aeronavegabilidade consiste na implementação de um processo contínuo para verificar se aquele sistema aéreo mantém-se seguro e operando dentro de limitações operacionais estabelecidas. Sendo assim, para a manutenção de uma certificação de aeronavegabilidade, este sistema deve estar de acordo com o seu projeto de tipo e em condição de operação segura (ESTADOS UNIDOS, 2014).

Tendo em vista a incumbência da AAC de estabelecer padrões relativos as operações destes sistemas aéreos, particularmente na aviação civil tem-se certos requisitos que visam o monitoramento contínuo das aeronaves para que as premissas adotadas durante suas certificações possam ser verificadas.

Um dos processos que permite verificar a validade das hipóteses adotadas na certificação do projeto de tipo é o Sistema de Dificuldades em Serviço.

De acordo com a Instrução Suplementar (IS) Nº 00-001, o Sistema de Dificuldades em Serviço é aquele responsável por assegurar que as informações relativas a falhas, mau funcionamento ou defeito em qualquer produto aeronáutico sejam apropriadamente coletadas, analisadas e processadas, incluindo-se os casos de acidentes e incidentes aeronáuticos, quando aplicável (BRASIL, 2012).

2 METODOLOGIA

A fonte de dados utilizada é o sistema de comunicação de eventos de Dificuldades em Serviço (Service Difficulties Report – SDR) da Agência Nacional de Aviação Civil (<https://sistemas.anac.gov.br/SACI/Login.asp?msg=Sess%E3o%20expirada>). O espaço amostral analisado consiste no conjunto dos 404 relatórios submetidos no ano de 2016, que foram separados de acordo com os seguintes critérios:

- a) Incidência mensal.
- b) Tipo de certificação da organização que submete o relatório.
- c) Classificação da operação na qual o evento foi reportado.

- d) Classificação da fase de operação na qual o evento foi reportado.
- e) Código ATA associado ao evento.
- f) Regulamentos de Aeronavegabilidade associados e Programas Certificados (alguns exemplos).

3 SISTEMA DE DIFICULDADES EM SERVIÇO

Uma vez definido o sistema, é necessário identificar os requisitos regulamentares associados. Desta forma tem-se a seção 21.3 do RBAC 21 (ANAC, 2015) para os fabricantes de produtos aeronáuticos, as seções 135.415 do RBAC 135 (BRASIL, 2014b) ou a seção 121.703 do RBAC 121 (BRASIL, 2014a) para os operadores de aeronaves, conforme aplicável; e a seção 145.221 do RBAC 145 (BRASIL, 2014c), para as organizações de manutenção de produto aeronáutico.

Observa-se que tais requisitos são aderentes às práticas e padrões recomendados relativos a aeronavegabilidade e operações constantes nos Anexos 6 (ICAO, 2010a) e 8 (ICAO, 2010b) da International Civil Aviation Organization (ICAO). Certos eventos associados a aeronavegabilidade do produto ou sua interface com a operação são de interesse da AAC, pois auxiliam o monitoramento do produto certificado (Figura 1).

Além disso, existe uma ordem para a comunicação destes dados, dependendo da natureza da organização (Figura 2). A IS 00-001 possui o detalhamento relativo ao requerido pelos regulamentos acima, quanto a comunicação dos eventos de dificuldades em serviço (BRASIL, 2012).

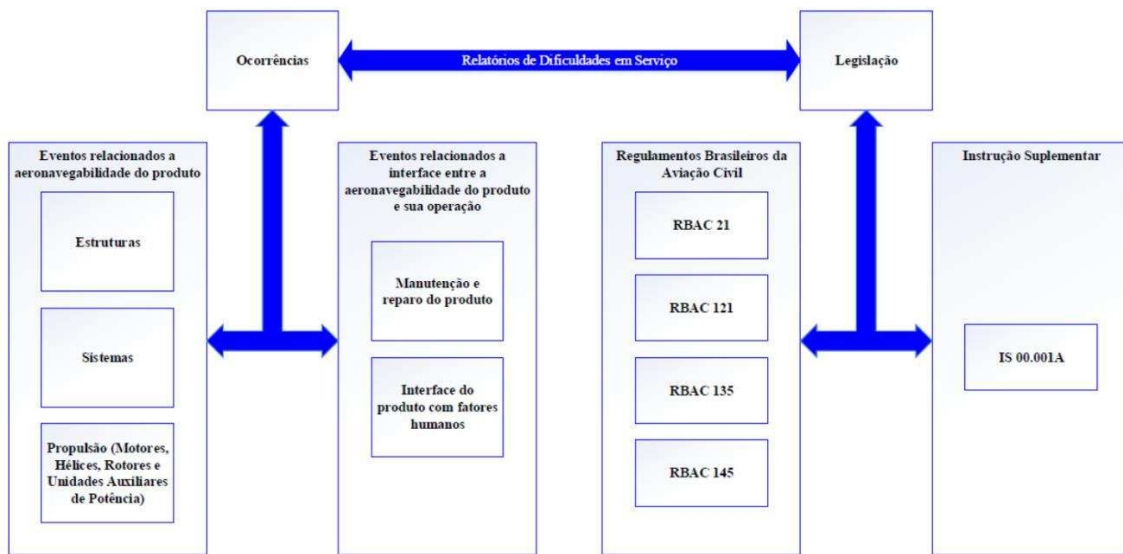


Figura 1 – Ilustração do fluxo de dados entre as diferentes organizações (Possi, 2016).

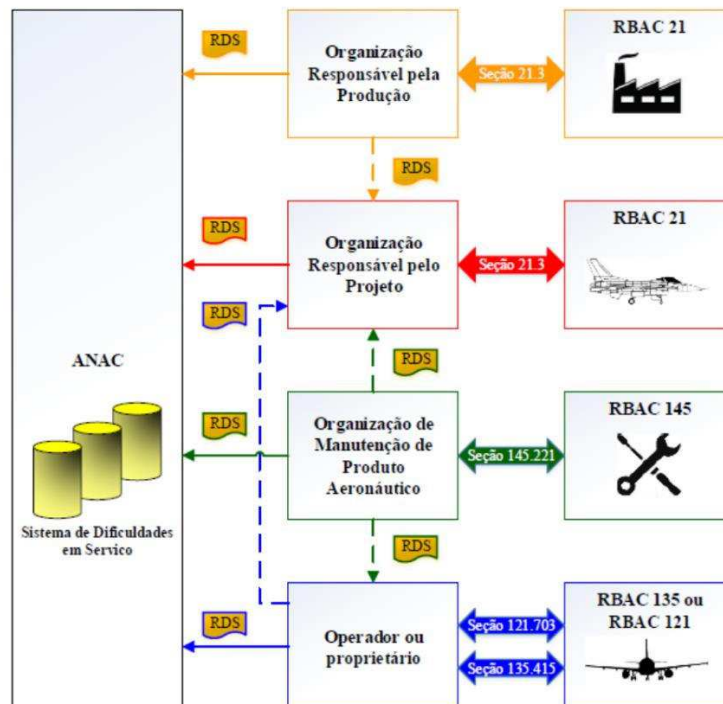


Figura 2 – Ilustração do fluxo de dados entre as diferentes organizações (POSSI, 2016).

4 OCORRÊNCIAS – PANORAMA GERAL

Desta forma apresenta-se a seguir um resumo dos relatórios submetidos a ANAC, relativo ao ano de 2016.

4.1 INCIDÊNCIA MENSAL

A Figura 3 apresenta a evolução mensal dos relatórios enviados por organizações detentoras de projeto de tipo, por empresas aéreas e por organizações de manutenção de produto aeronáutico, onde é observado a inexistência de relatórios oriundos das organizações de manutenção.

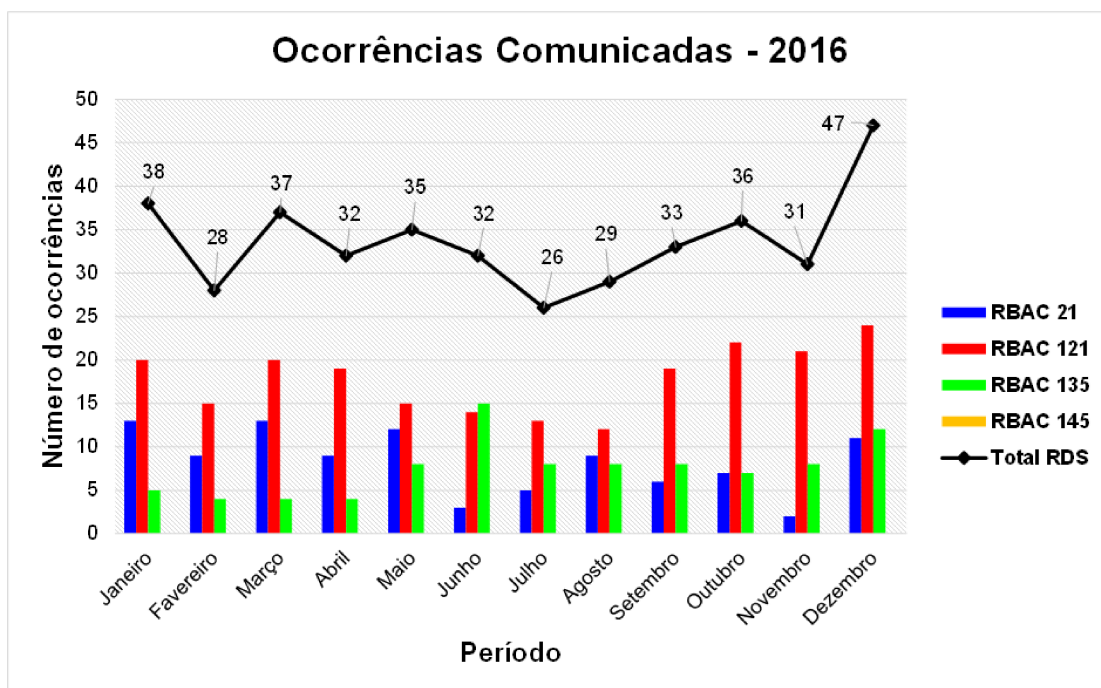


Figura 3 - Relatórios enviados (ANAC, 2017).

4.2 INCIDÊNCIA DOS RELATÓRIOS RECEBIDOS RELATIVA A CERTIFICAÇÃO DA ORGANIZAÇÃO REGULADA

A Figura 4 ilustra o percentual de relatórios enviados de acordo com a certificação das empresas que os submeteram durante 2016. Nota-se que a maioria dos relatórios tem origem em empresas aéreas regidas pelo RBAC 121.

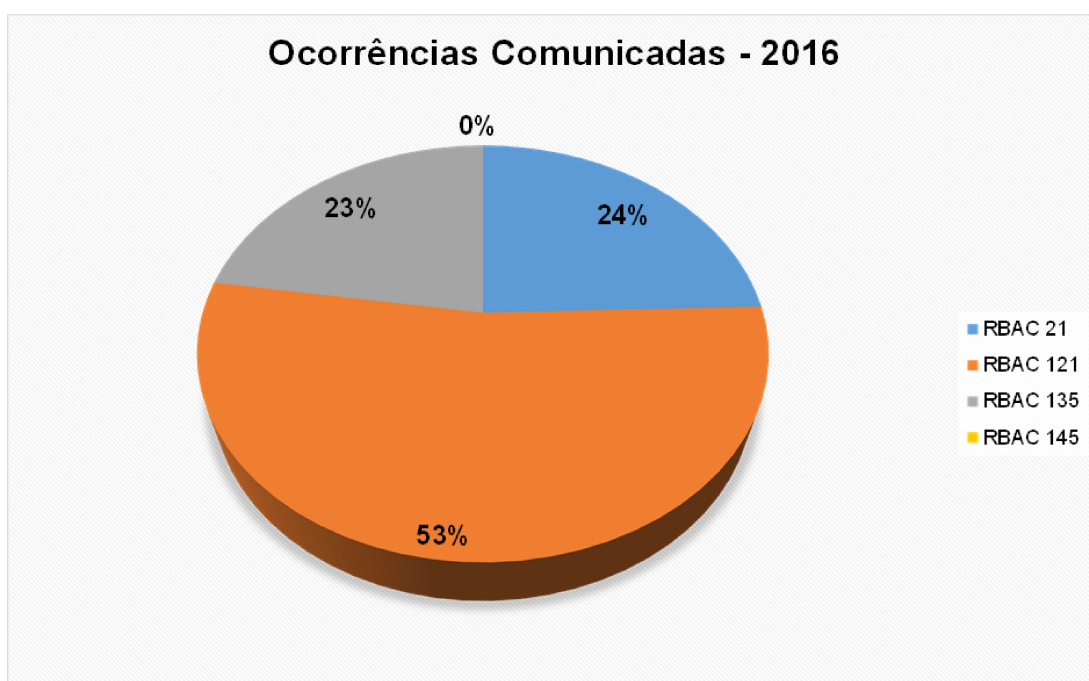


Figura 4 - Relatórios enviados por certificação (ANAC, 2017).

4.3 INCIDÊNCIA DOS RELATÓRIOS RECEBIDOS RELATIVA AO TIPO DE OPERAÇÃO

A Figura 5 apresenta o percentual de relatórios enviados de acordo com o tipo de operação, ou seja, o percentual de relatórios oriundos das operações de voo e das operações de manutenção. Nota-se que a grande quantidade dos relatórios tem origem nas operações de voo.



Figura 5 – Ocorrências recebidas por operação – percentual (ANAC, 2017).

4.4 INCIDÊNCIA DOS RELATÓRIOS RECEBIDOS RELATIVA À FASE DE OPERAÇÃO

As Figuras 6, 7a e 7b ilustram as fases de operação em que ocorreram os eventos reportados em dados percentuais e absolutos, respectivamente. Pelos dados de campo, nota-se que a maioria dos eventos ocorreram durante as etapas de *Climb*, *Cruise* e *Takeoff*.

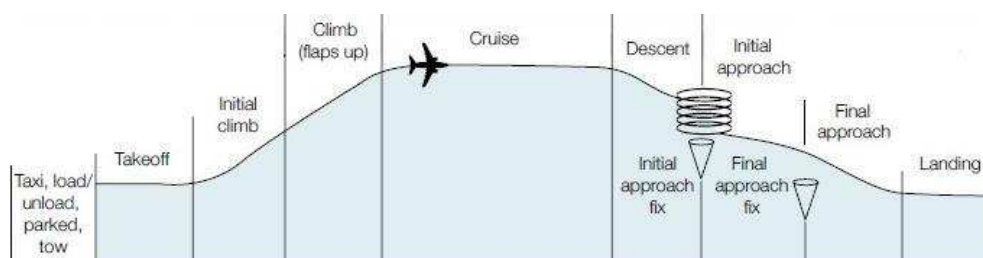


Figura 6 – Fases de Operação (adaptado de Boeing, 2015).

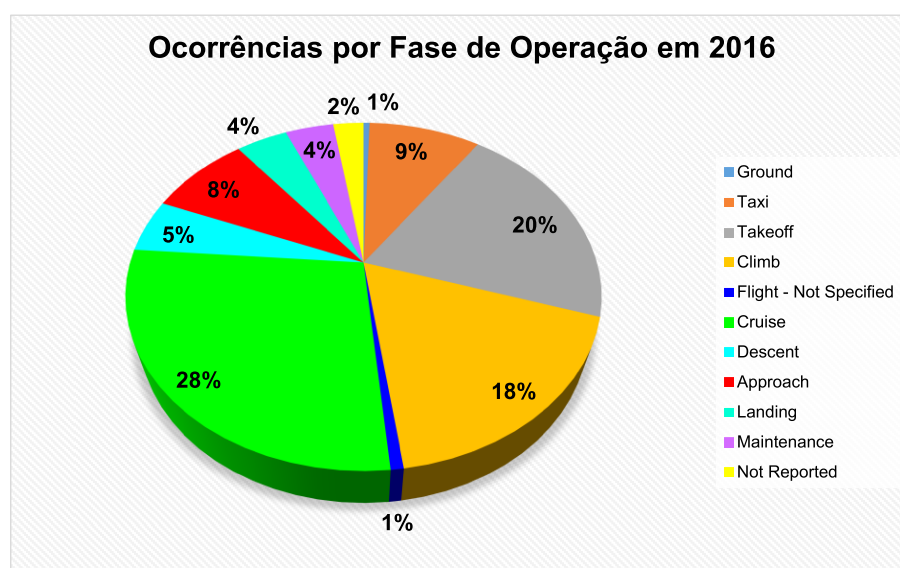


Figura 7a – Ocorrências recebidas por fase de operação – percentual (ANAC, 2017).

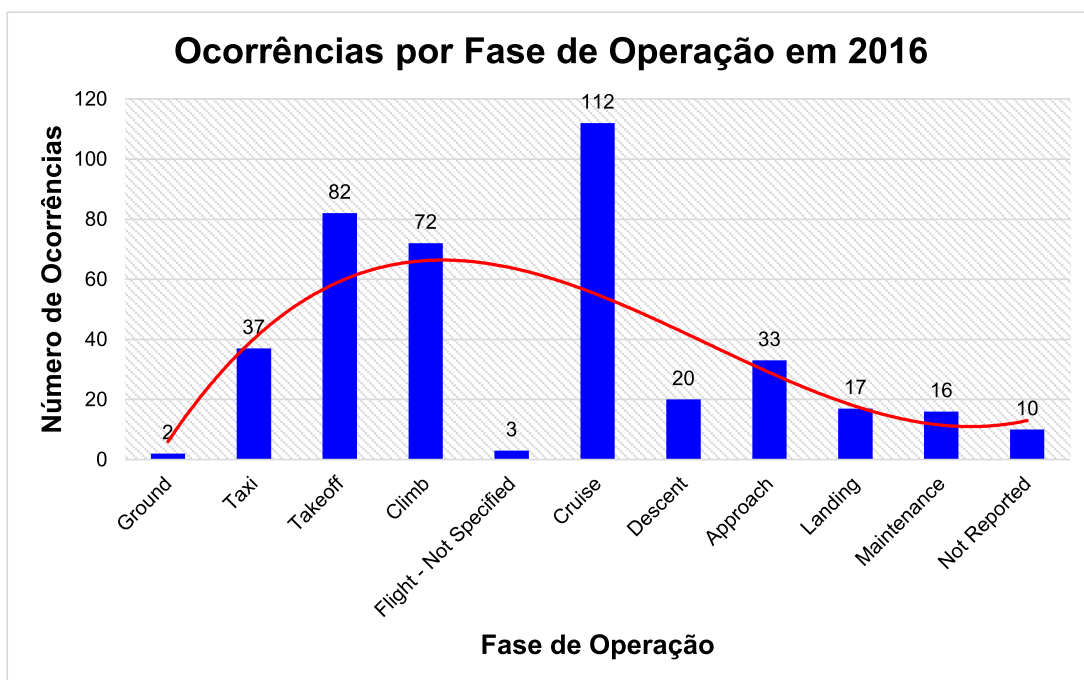


Figura 7b – Ocorrências recebidas por fase de operação – absoluto (ANAC, 2017).

5 OCORRÊNCIAS – RELATÓRIOS CLASSIFICADOS DE ACORDO COM O SISTEMA DA AIR TRANSPORTATION ASSOCIATION (ATA) 2200

Apresenta-se a compilação dos relatórios de dificuldades em serviço de 2016 classificados de acordo com os sistemas que integram as aeronaves e que estão classificados de acordo com o sistema ATA 2200.

Analogamente a análise de eventos de 2015, nota-se de acordo com a Figura 8 uma maior incidência de eventos associados aos sistemas de ar condicionado (ATA 21), comandos de voo (ATA 27), trem de pouso (ATA 32), portas (ATA 52), assim como eventos associados a problemas nas turbinas (ATA 72) que equipam alguns motores das aeronaves.

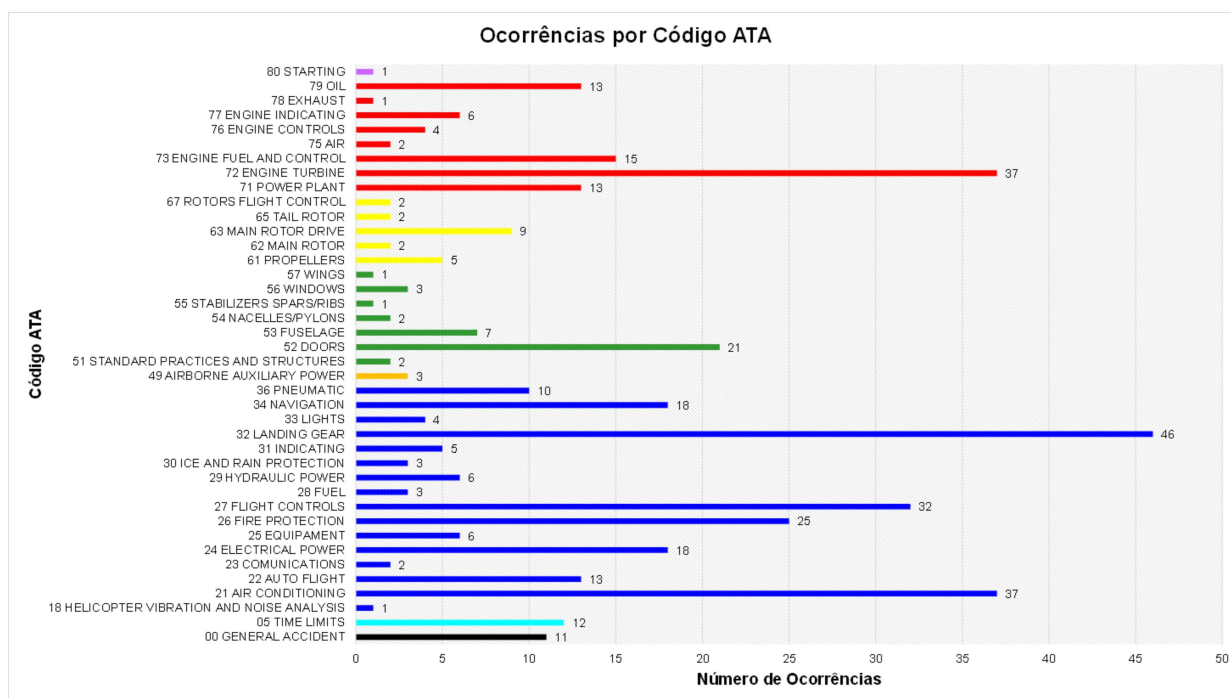


Figura 8 – Ocorrências recebidas por fase de operação – absoluto (ANAC, 2017).

5.1 SISTEMAS

A seguir (Figuras 9 até 24) é feita a separação dos eventos associados aos sistemas das aeronaves de acordo com seu código ATA incidente.

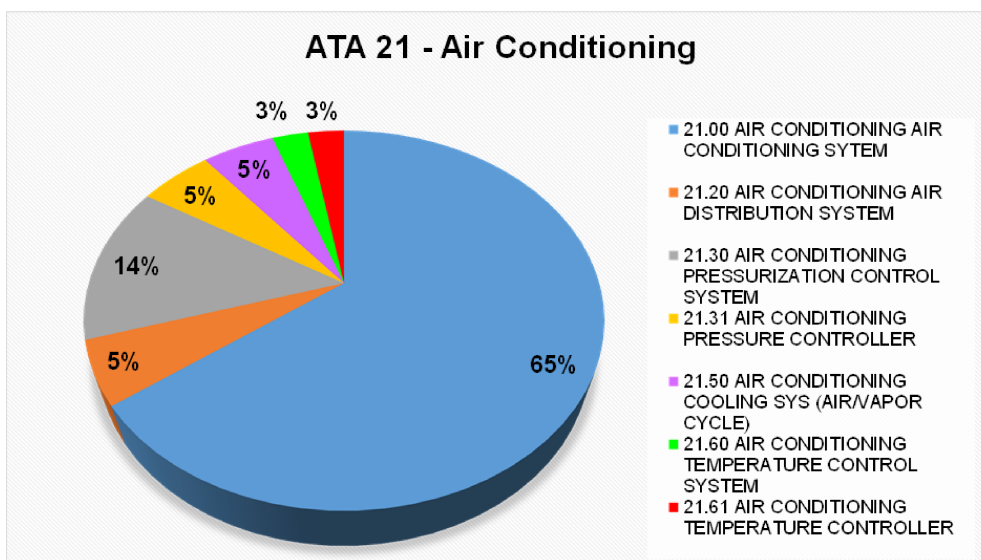


Figura 9 – Eventos do Sistema de Ar Condicionado (ANAC, 2017).

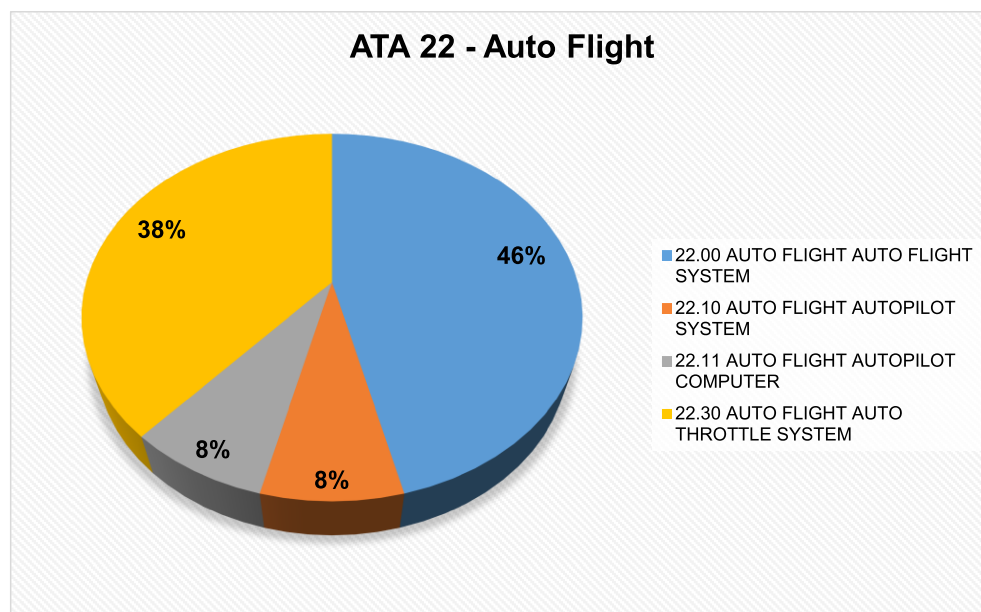


Figura 10 – Ocorrências ATA 22 (ANAC, 2017).

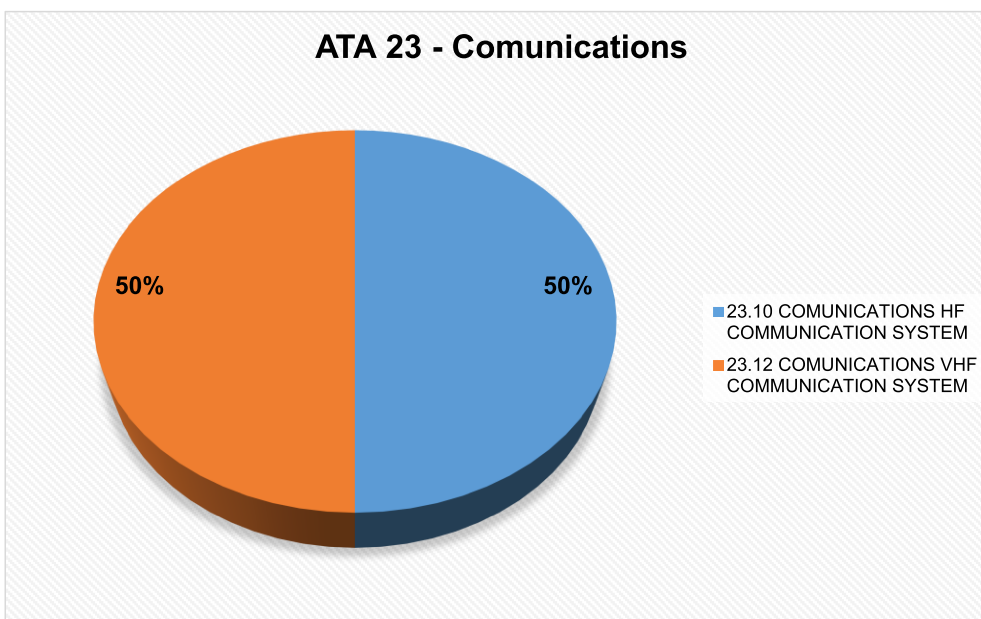


Figura 11 – Ocorrências ATA 23 (ANAC, 2017).

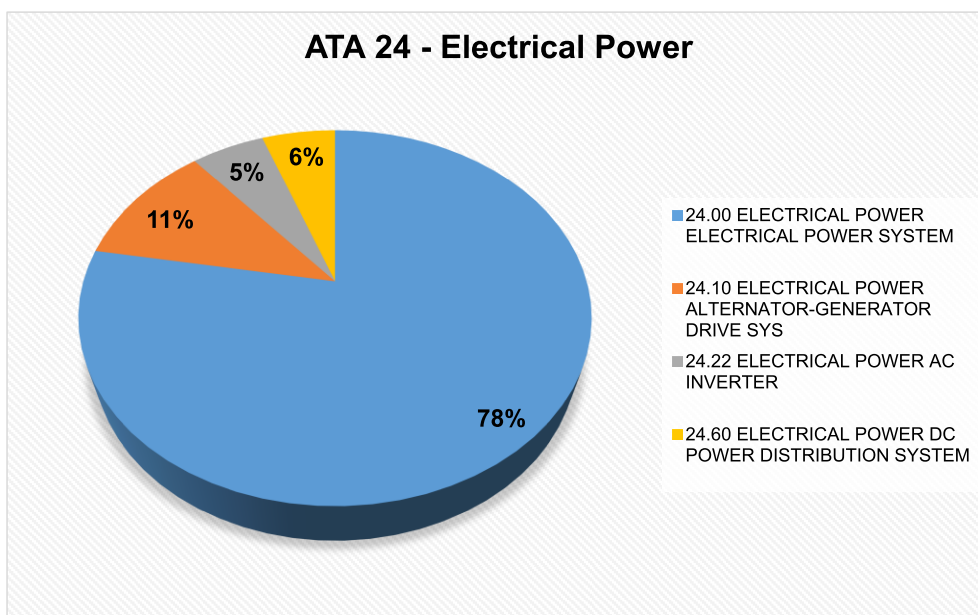


Figura 12 – Ocorrências ATA 24 (ANAC, 2017).

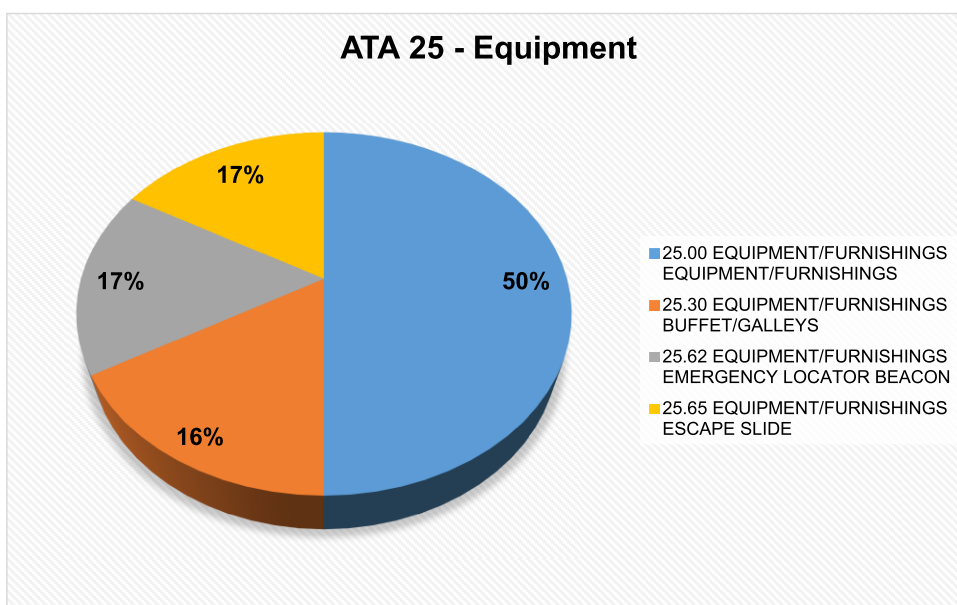


Figura 13 – Ocorrências ATA 25 (ANAC, 2017).

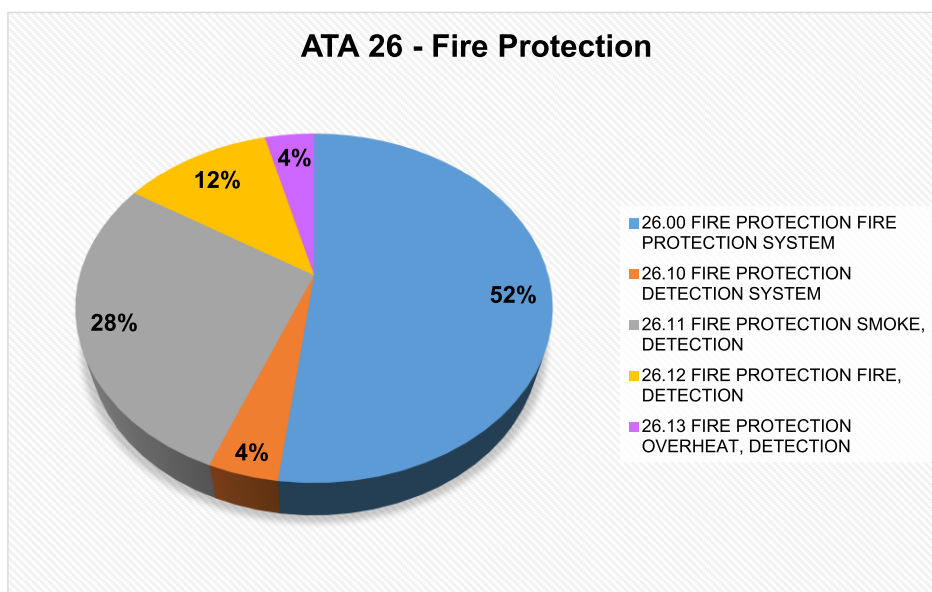


Figura 14 – Ocorrências ATA 26 (ANAC, 2017).

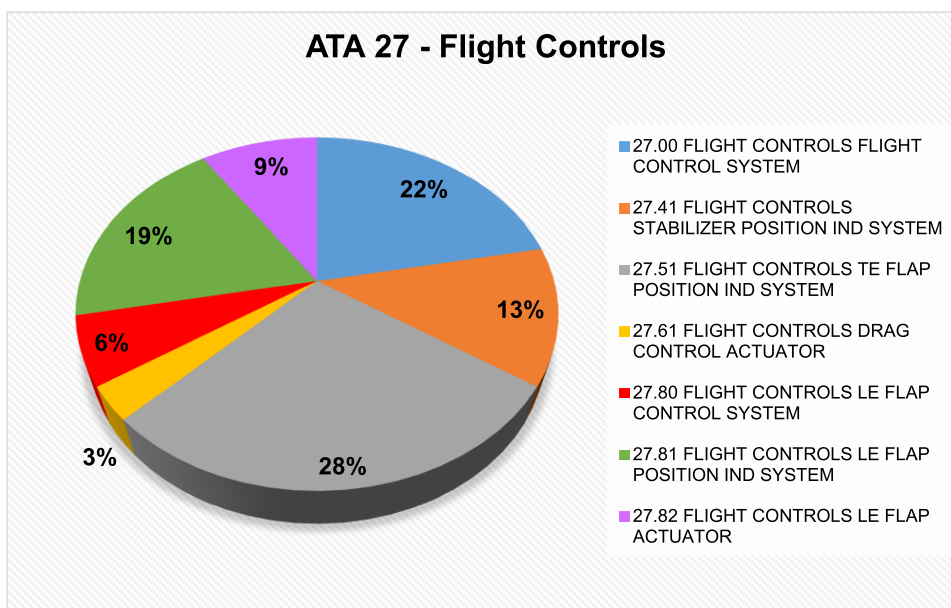


Figura 15 – Ocorrências ATA 27 (ANAC, 2017).

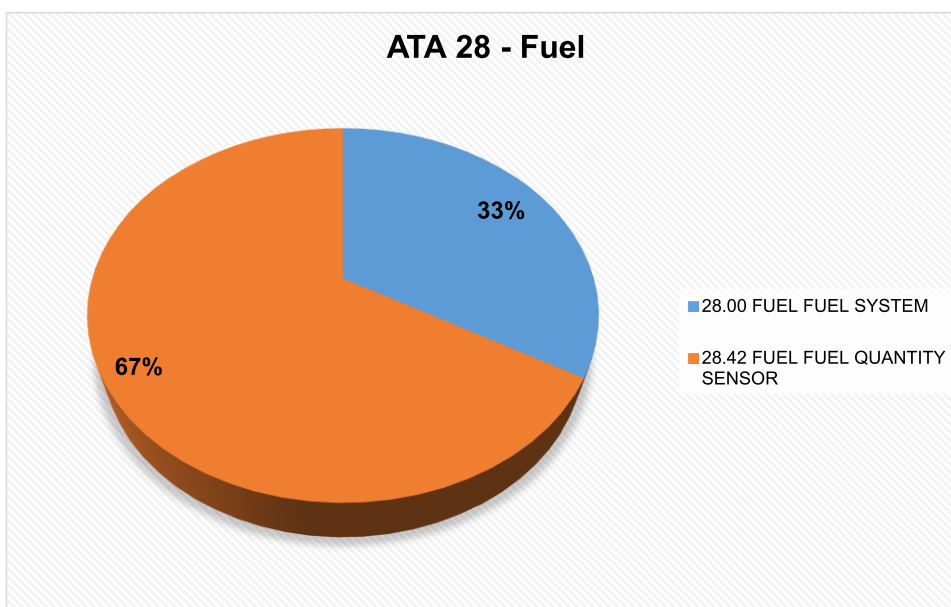


Figura 16 – Ocorrências ATA 28 (ANAC, 2017).

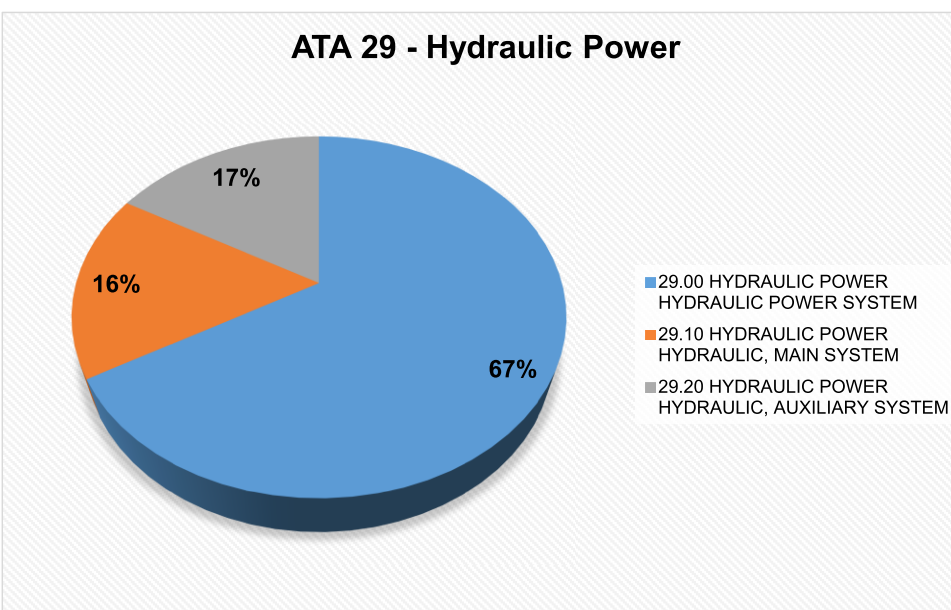


Figura 17 – Ocorrências ATA 29 (ANAC, 2017).

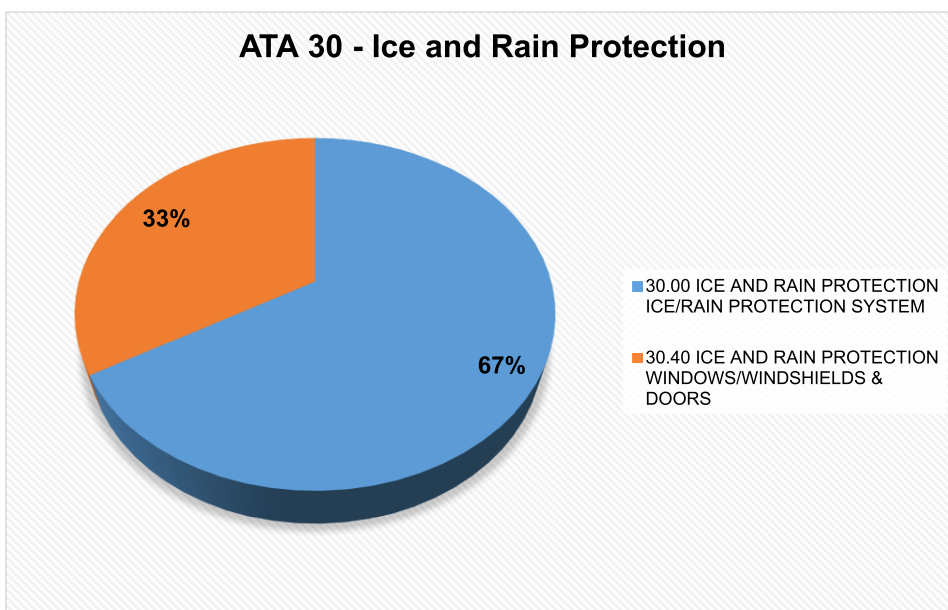


Figura 18 – Ocorrências ATA 30 (ANAC, 2017).

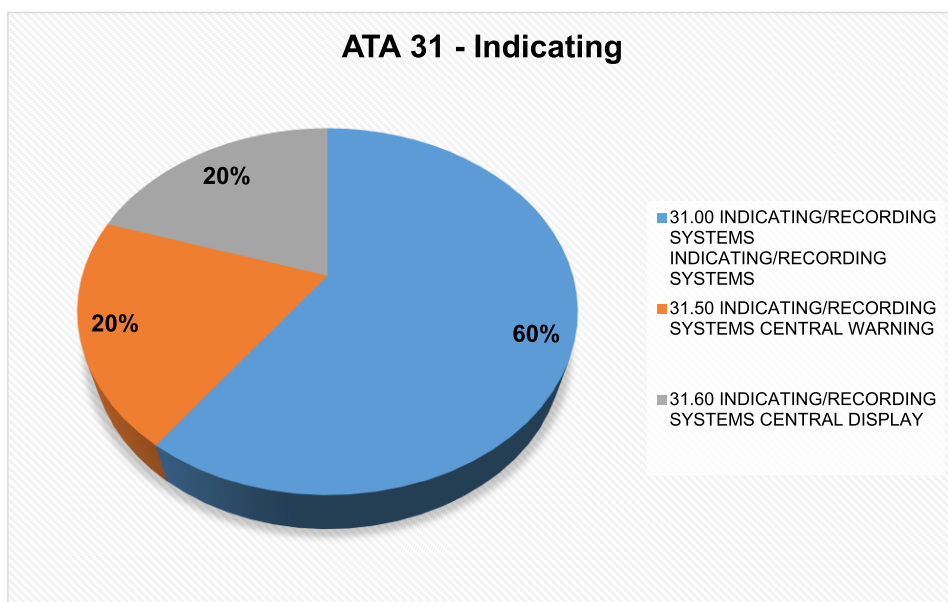


Figura 19 – Ocorrências ATA 31 (ANAC, 2017).

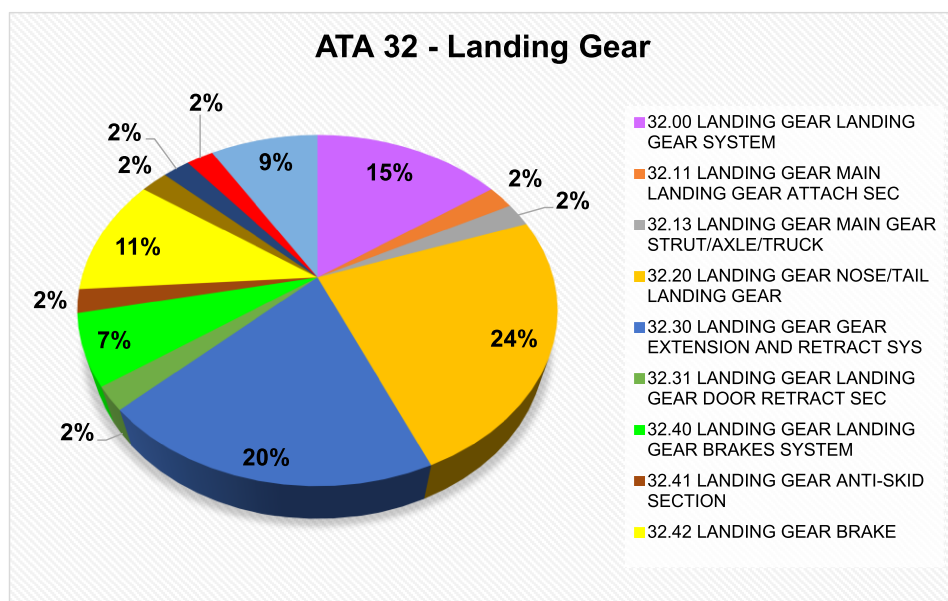


Figura 20 – Ocorrências ATA 32 (ANAC, 2017).

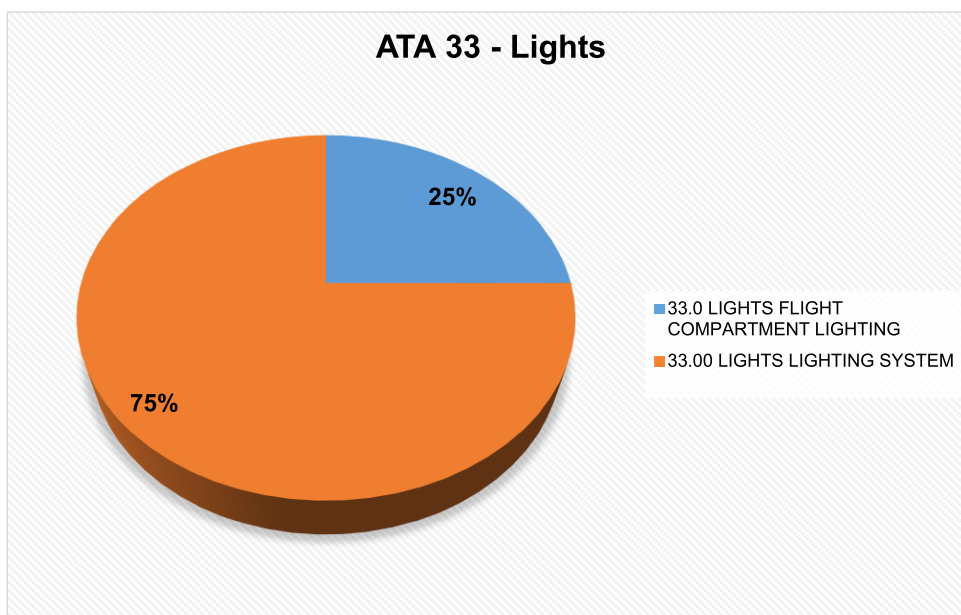


Figura 21 – Ocorrências ATA 33 (ANAC, 2017).

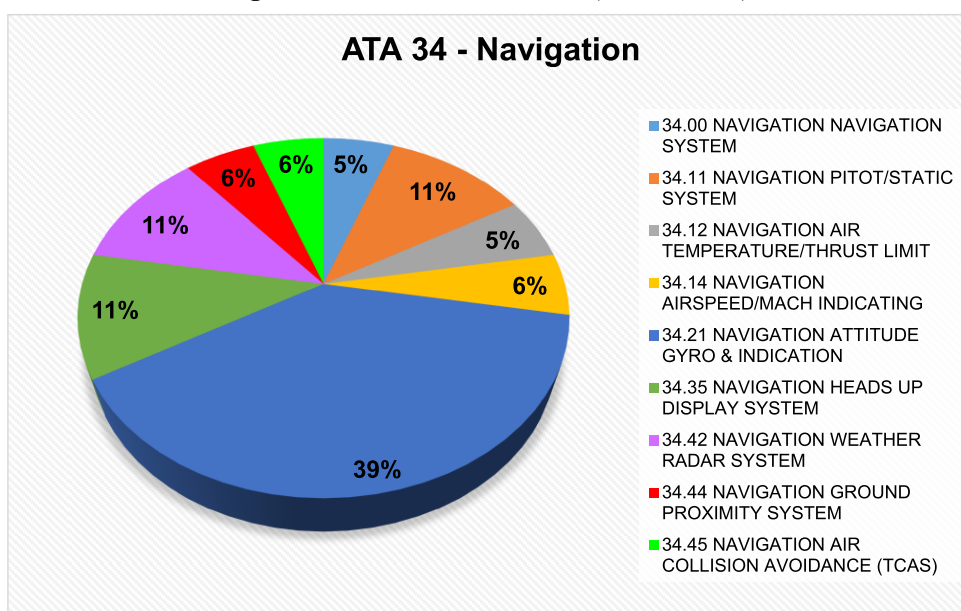


Figura 22 – Ocorrências ATA 34 (ANAC, 2017).

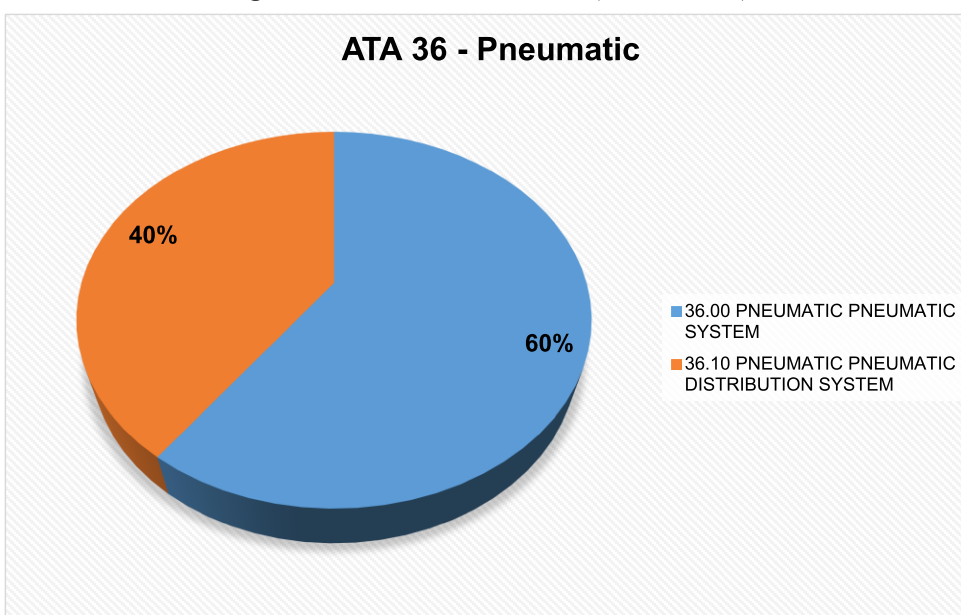


Figura 23 – Ocorrências ATA 36 (ANAC, 2017).

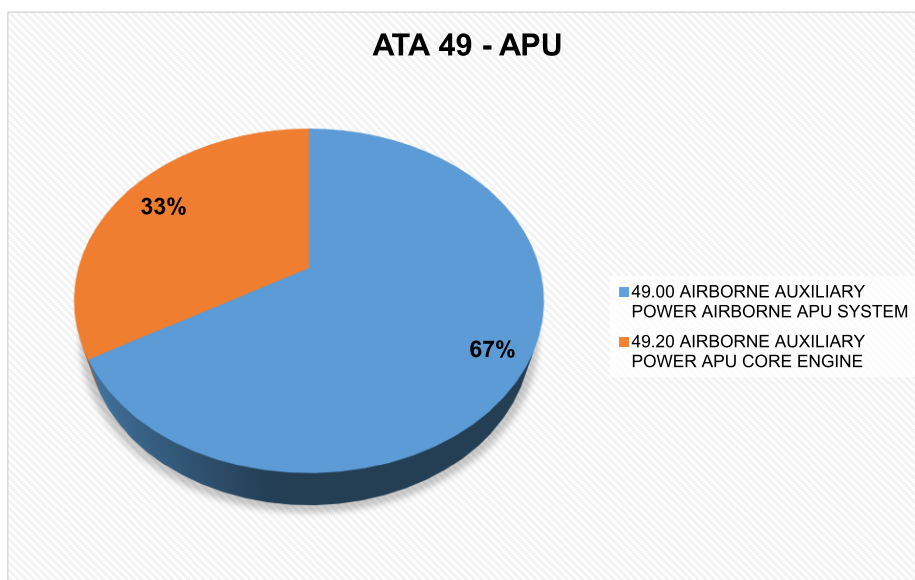


Figura 24 – Ocorrências ATA 49 (ANAC, 2017).

5.2 ESTRUTURA – ATA 50 a 59

A seguir são apresentados (Figuras 25 a 29) os eventos relativos aos itens estruturais das aeronaves.

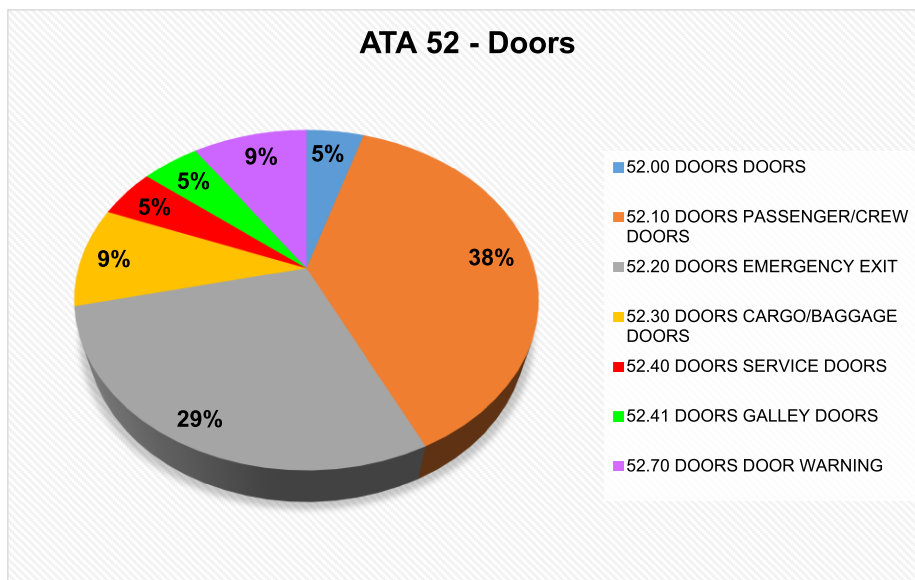


Figura 25 – Ocorrências ATA 52 (ANAC, 2017).

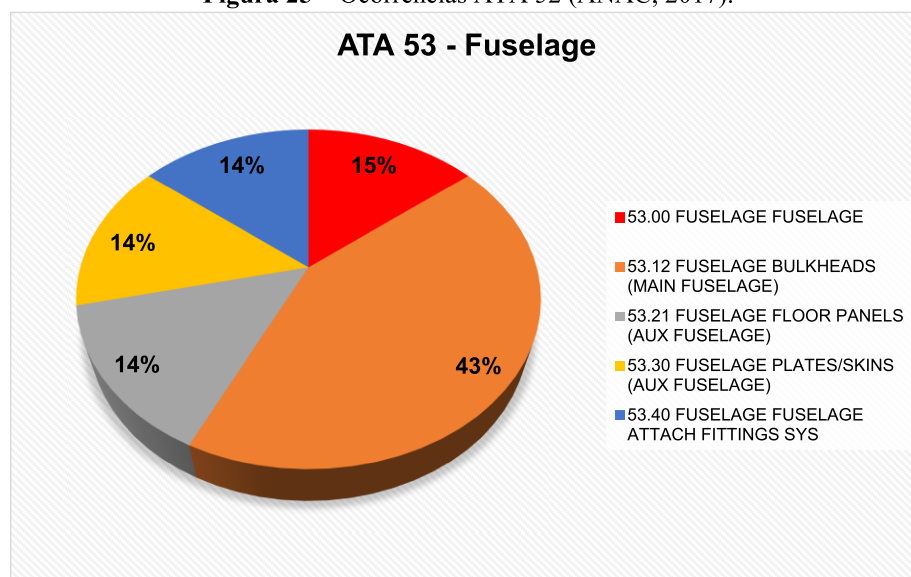


Figura 25 – Ocorrências ATA 52 (ANAC, 2017).

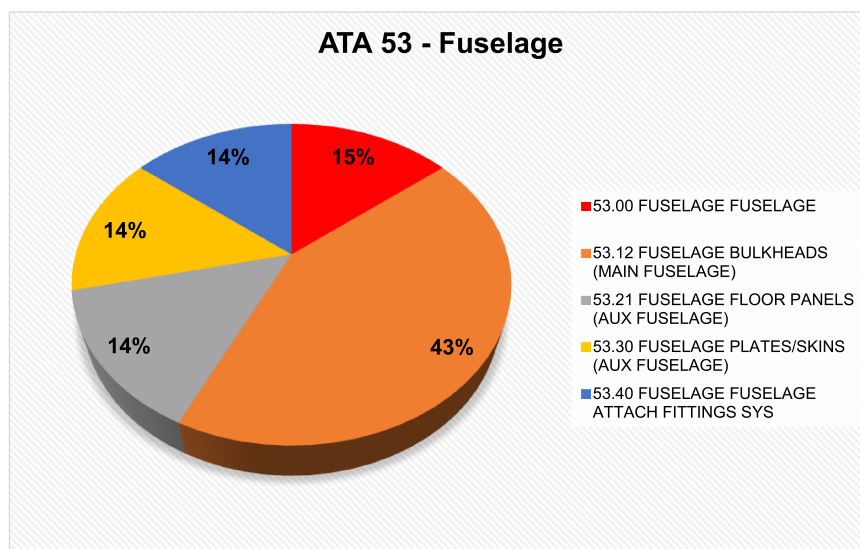


Figura 26 – Ocorrências ATA 53 (ANAC, 2017).

5.3 HÉLICES E ROTORES – ATA 60 a 67

A seguir são apresentados (Figuras 27 a 30) os eventos relativos aos sistemas de hélices e rotores completos, excluindo-se os sistemas de anti-gelo dos mesmos.

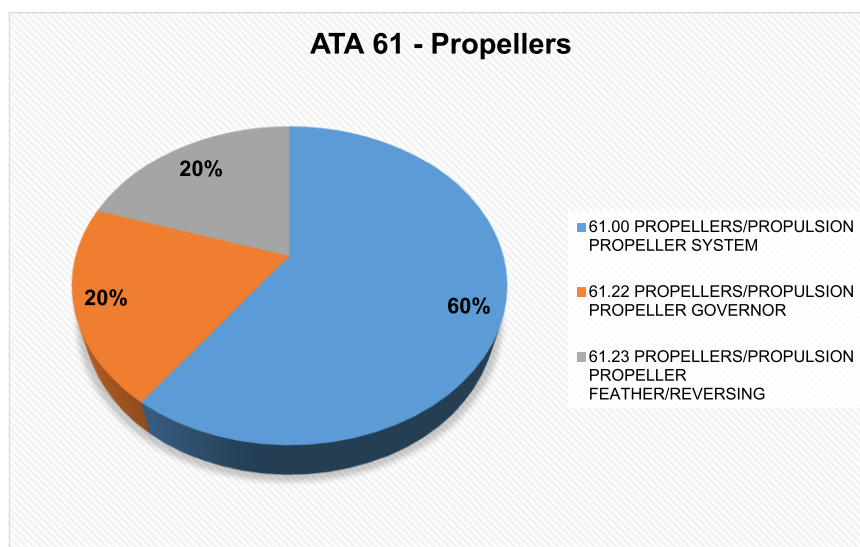


Figura 27 – Ocorrências ATA 61 (ANAC, 2017).

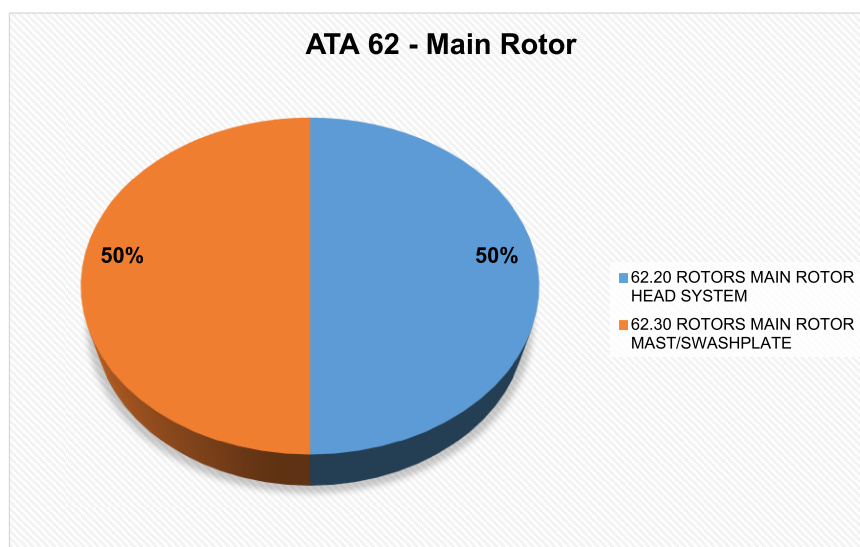


Figura 28 – Ocorrências ATA 62 (ANAC, 2017).

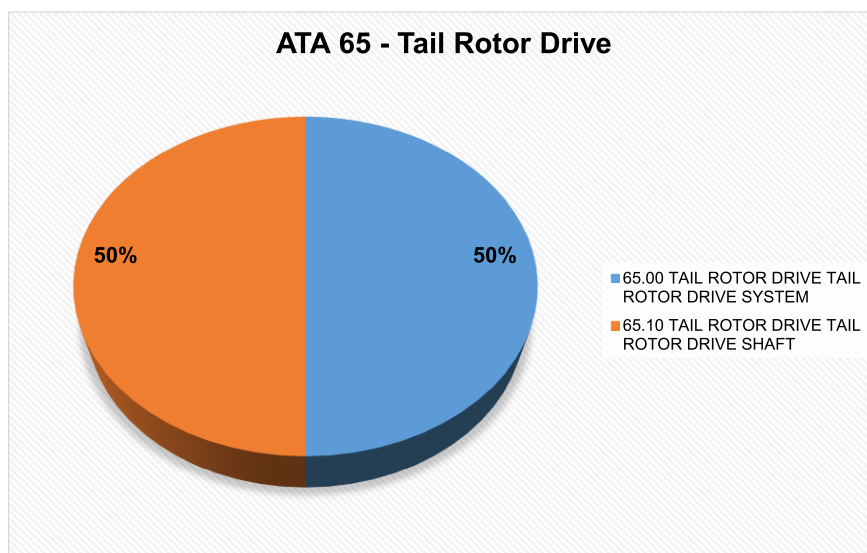


Figura 29 – Ocorrências ATA 65 (ANAC, 2017).

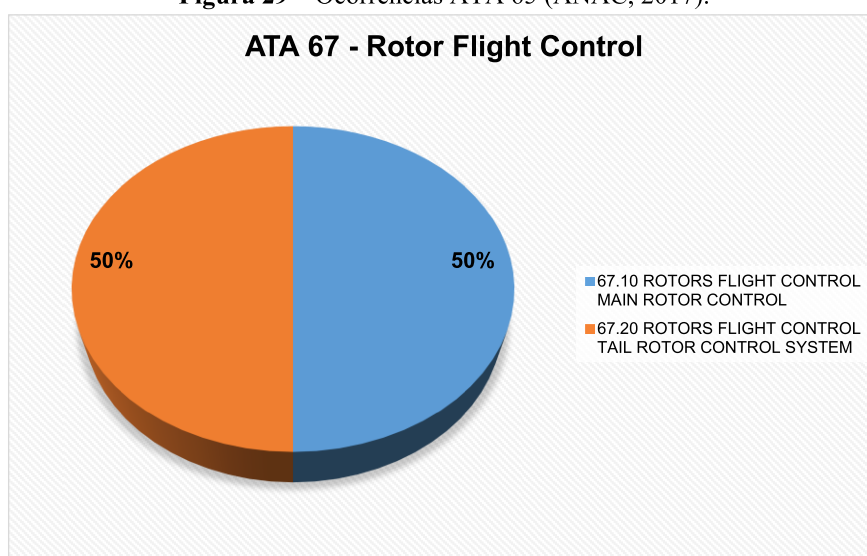


Figura 30 – Ocorrências ATA 67 (ANAC, 2017).

5.4 GRUPO MOTOPROPULSOR – ATA 71 a 84

A seguir são apresentados (Figuras 31 a 35) os eventos relativos à unidade de potência completa, que desenvolve empuxo através da exaustão dos gases ou através de hélices, excluindo itens como geradores e compressores, que são cobertos por seus respectivos sistemas.

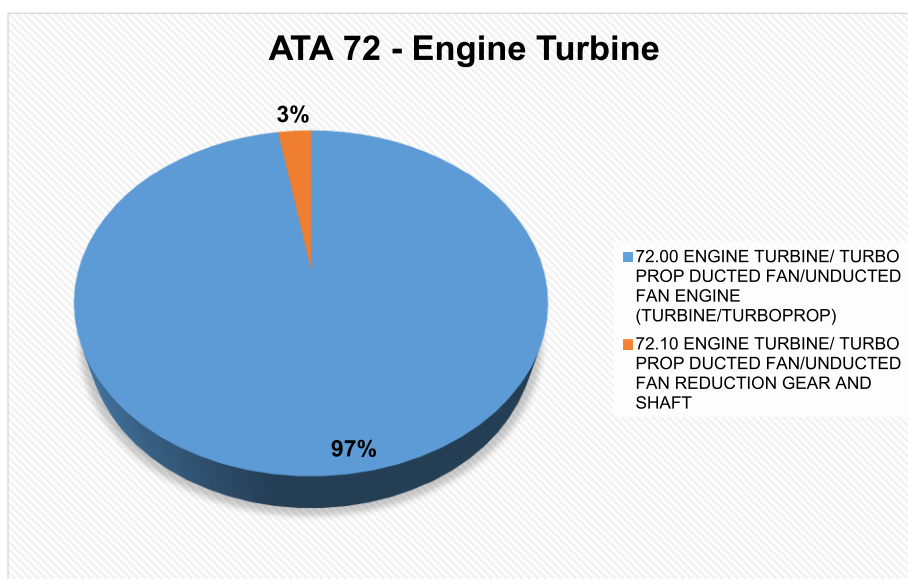


Figura 31 – Ocorrências ATA 72 (ANAC, 2017).

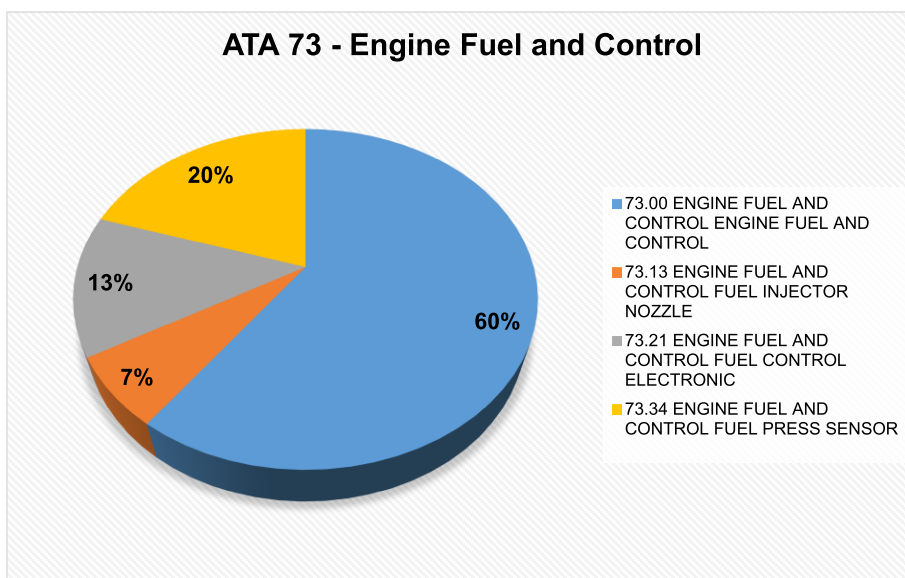


Figura 32 – Ocorrências ATA 73 (ANAC, 2017).

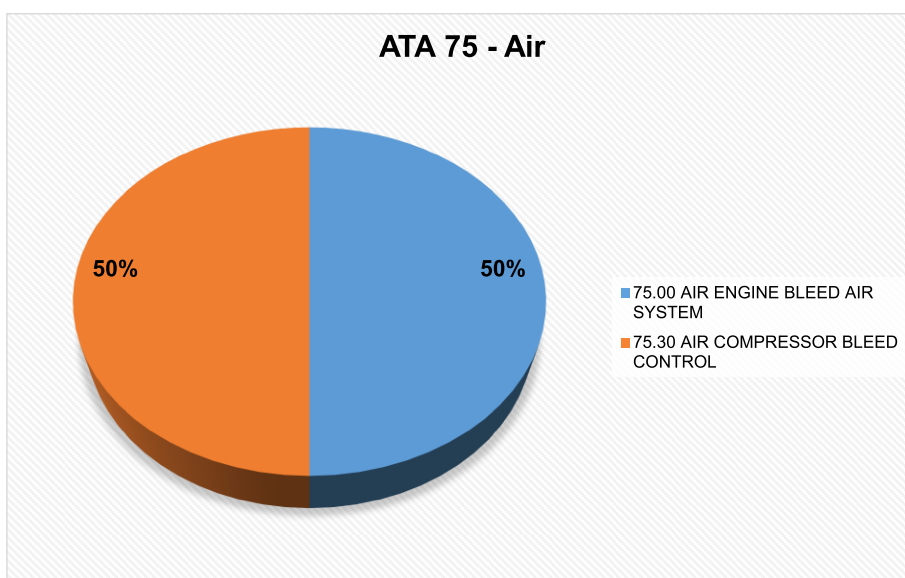


Figura 33 – Ocorrências ATA 75 (ANAC, 2017).

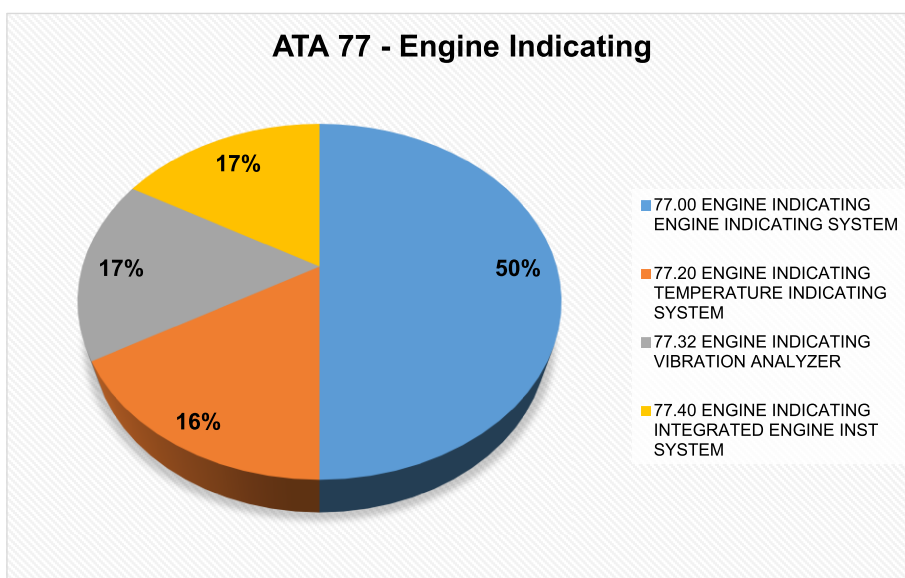


Figura 34 – Ocorrências ATA 77 (ANAC, 2017).

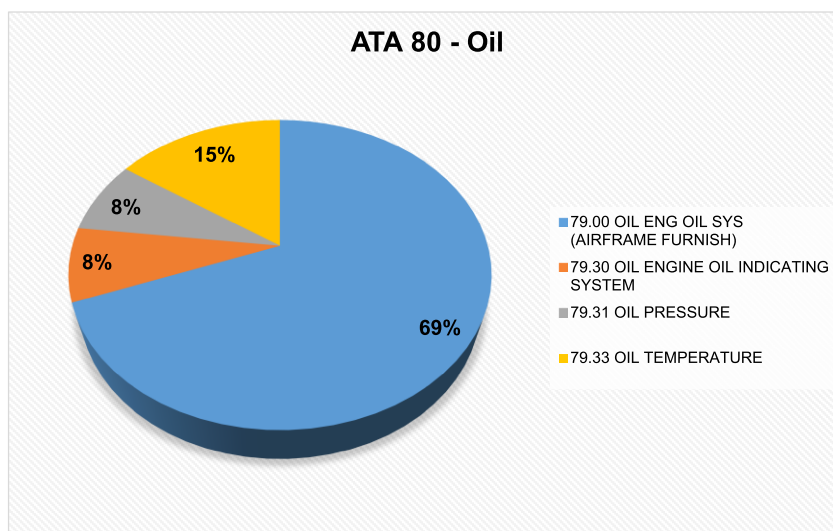


Figura 35 – Ocorrências ATA 79 (ANAC, 2017).

6 RELATÓRIOS CLASSIFICADOS DE ACORDO COM A CERTIFICAÇÃO DO PRODUTO

A seguir são apresentados, nas Figuras 36 e 37, os dados relativos as ocorrências incidentes sobre alguns fabricantes de produtos aeronáuticos.

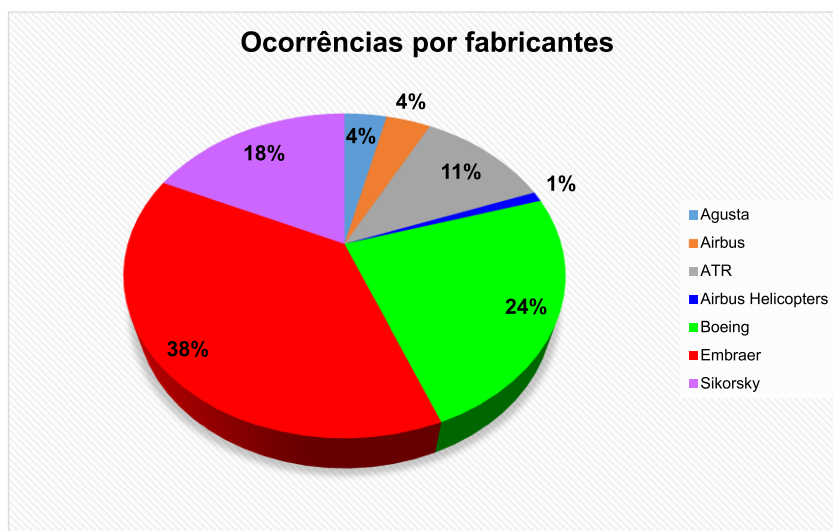


Figura 36 – Incidência percentual sobre fabricantes das ocorrências recebidas (ANAC, 2017).

Apresentam-se os dados absolutos de cada programa conforme pode ser visto na Figura 37. Em seguida pode ser visto a incidência relativa nos programas de acordo com a sua certificação, isto é, para aeronaves certificadas segundo os requisitos do RBAC 23, 25 e 29, respectivamente (Figuras 38 a 40).

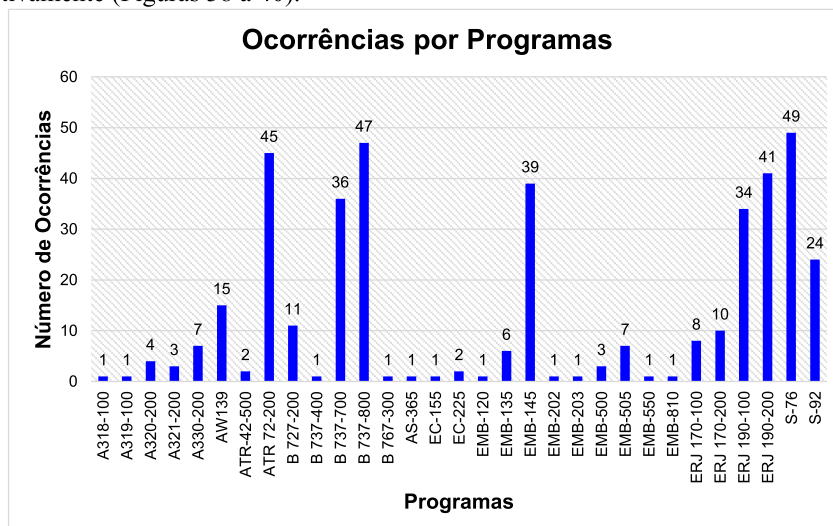


Figura 37 – Incidência absoluta sobre fabricantes das ocorrências recebidas (ANAC, 2017).

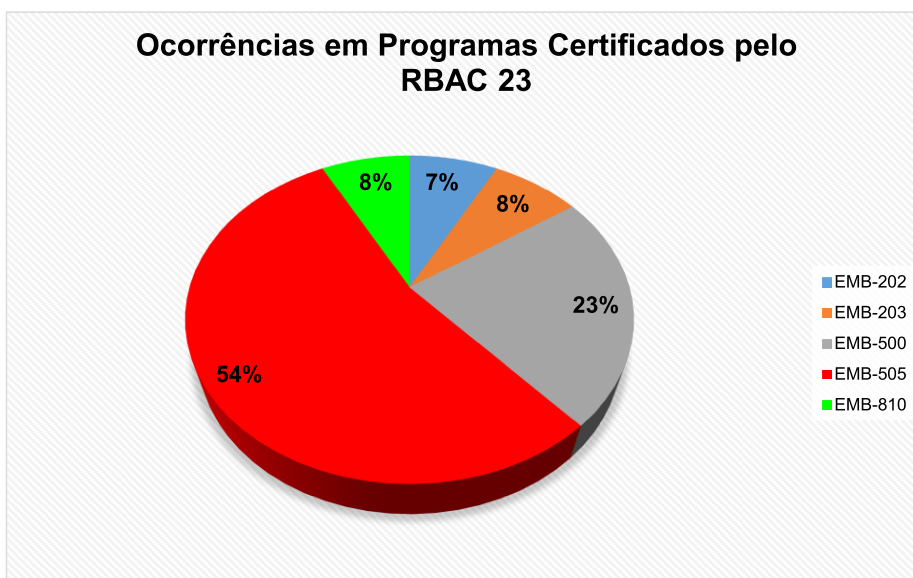


Figura 38 – Incidência relativa sobre os programas certificados de acordo com o RBAC 23 (ANAC, 2017).

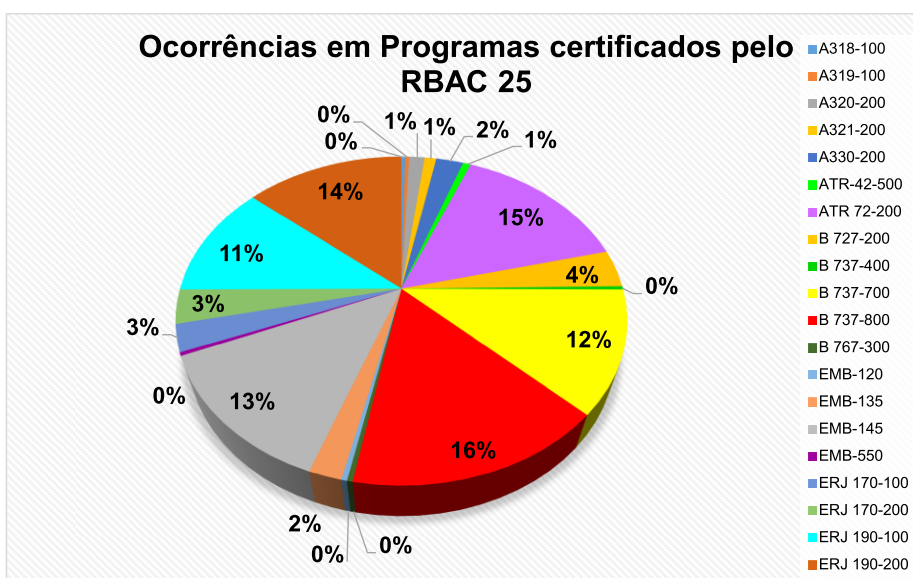


Figura 39 – Incidência relativa sobre os programas certificados de acordo com o RBAC 25 (ANAC, 2017).

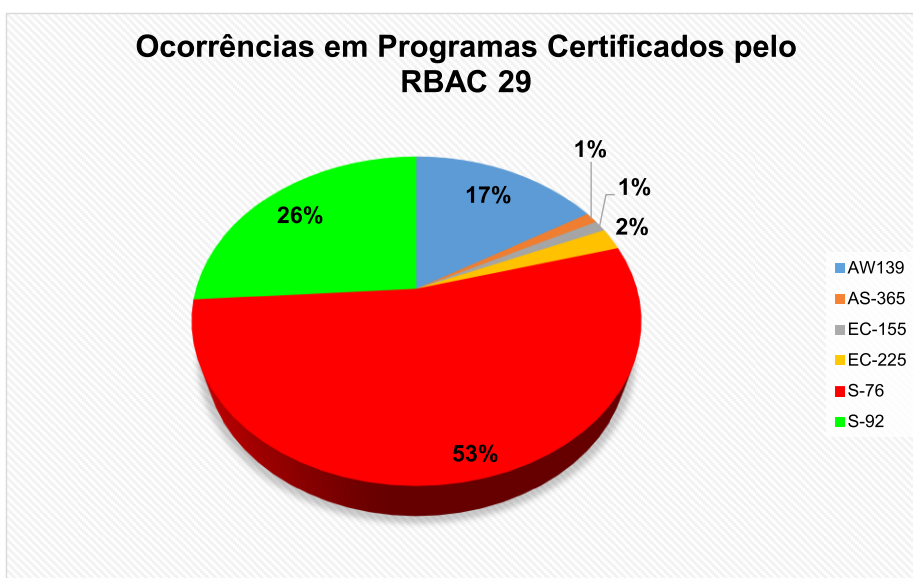


Figura 40 – Incidência relativa sobre os programas certificados de acordo com o RBAC 29 (ANAC, 2017).

6.1 OCORRÊNCIAS EM ALGUNS PROGRAMAS

Por fim, são apresentados os dados relativos as ocorrências associadas a alguns programas, em especial as aeronaves ATR 72-200 (Figuras 41 a 43), Boeing 737-700 (Figuras 44 a 46) e Boeing 737-800 (Figura 47 a 49), Embraer EMB-145 (Figura 50 a 52), ERJ 190-100 (Figura 53 a 55) e ERJ 190-200 (Figura 56 a 58), e Sikorsky S 76 (Figura 59 a 61).

a) Programa ATR 72-200

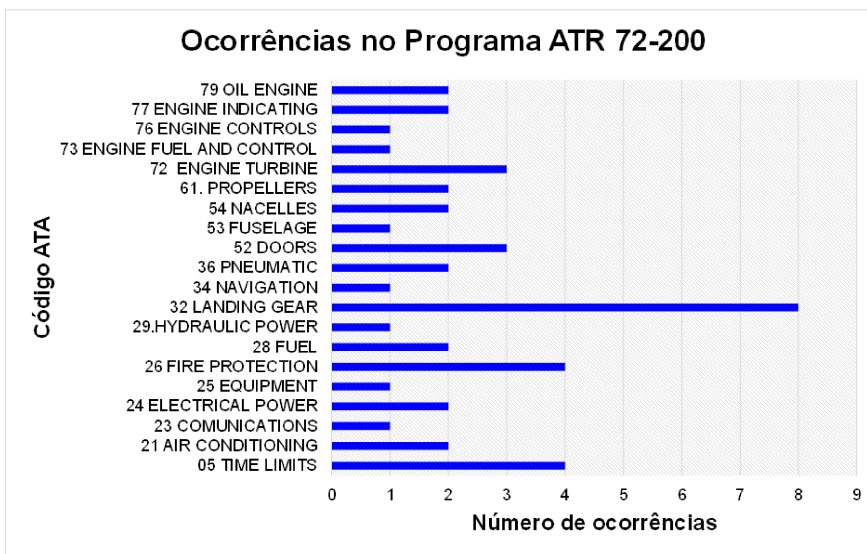


Figura 41 – Ocorrências no programa ATR 72-200 (ANAC, 2017).

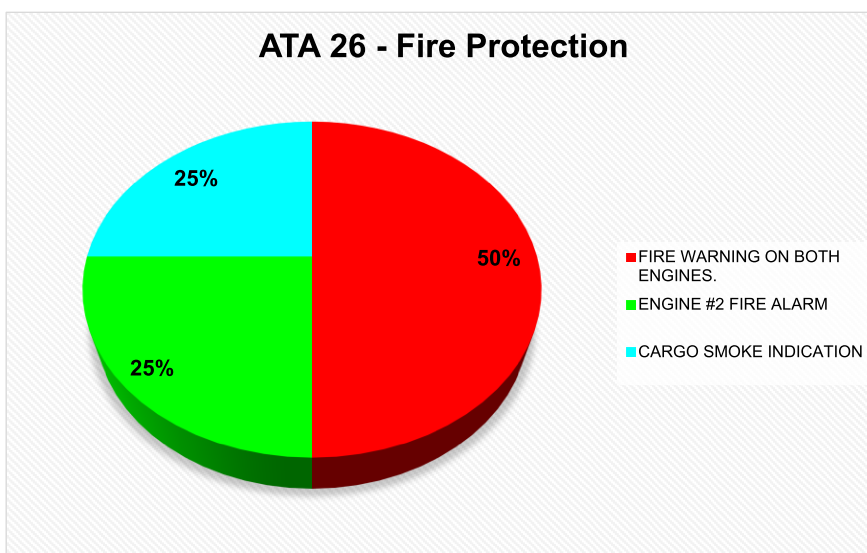


Figura 42 – Ocorrências no programa ATR 72-200 relativas ao código ATA 26 (ANAC, 2017).

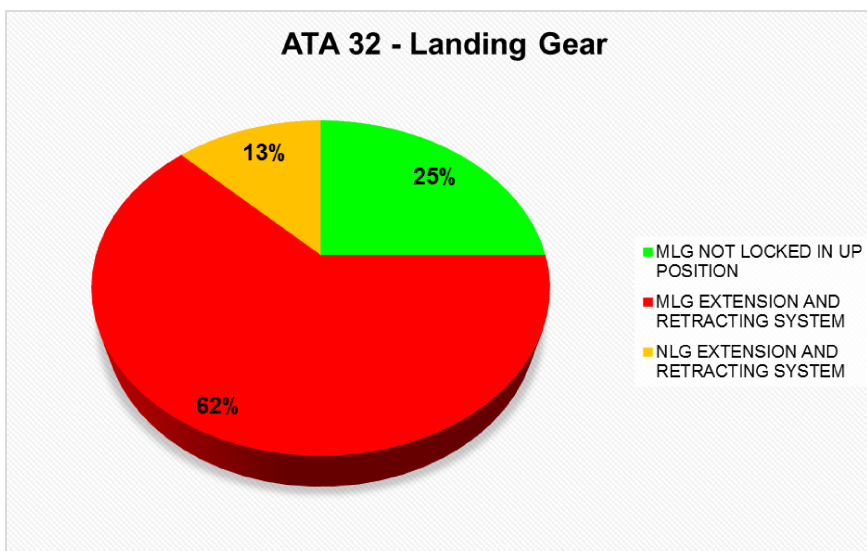


Figura 43 – Ocorrências no programa ATR 72-200 relativas ao código ATA 32 (ANAC, 2017).

b) Programa Boeing 737-700

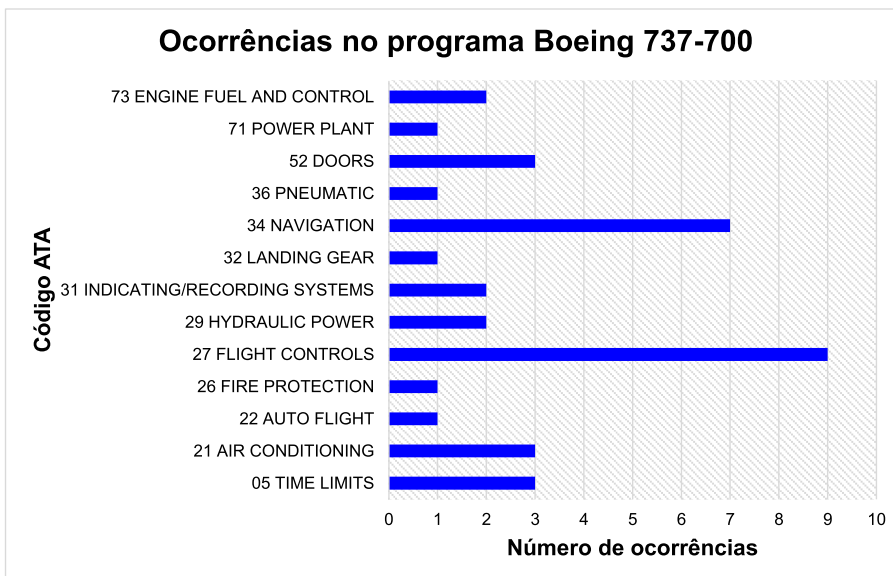


Figura 44 – Ocorrências no programa Boeing 737-700 (ANAC, 2017).

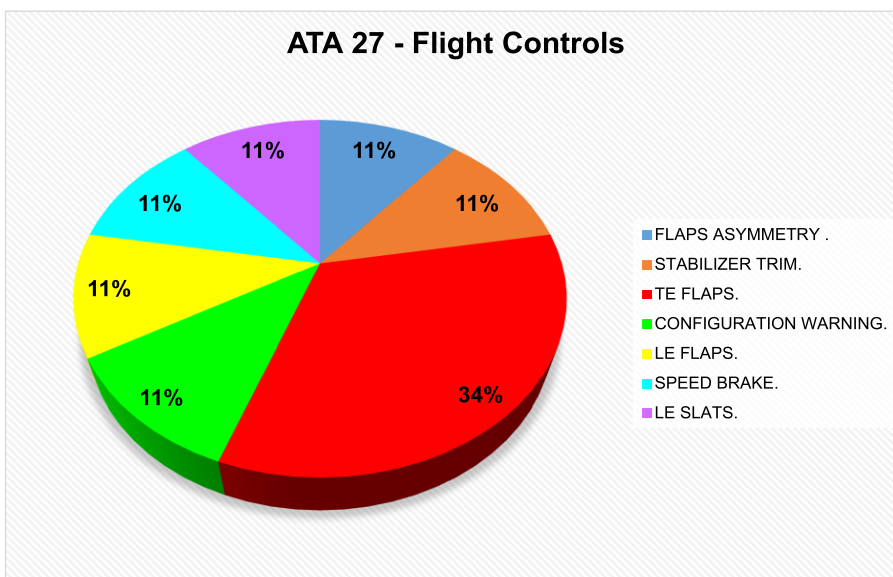


Figura 45 – Ocorrências no programa Boeing 737-700 relativas a ATA 27 (ANAC, 2017).

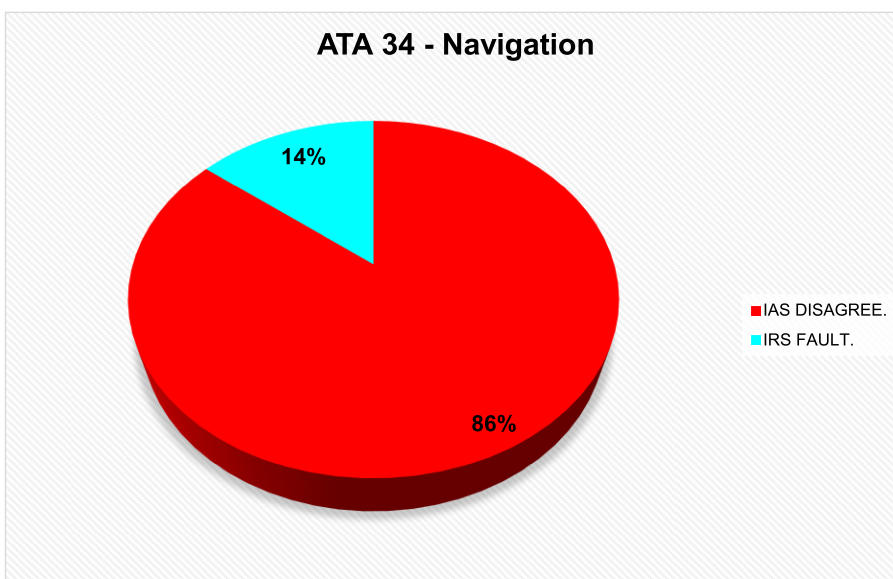


Figura 46 – Ocorrências no programa Boeing 737-700 relativas a ATA 34 (ANAC, 2017).

c) Programa Boeing 737-800

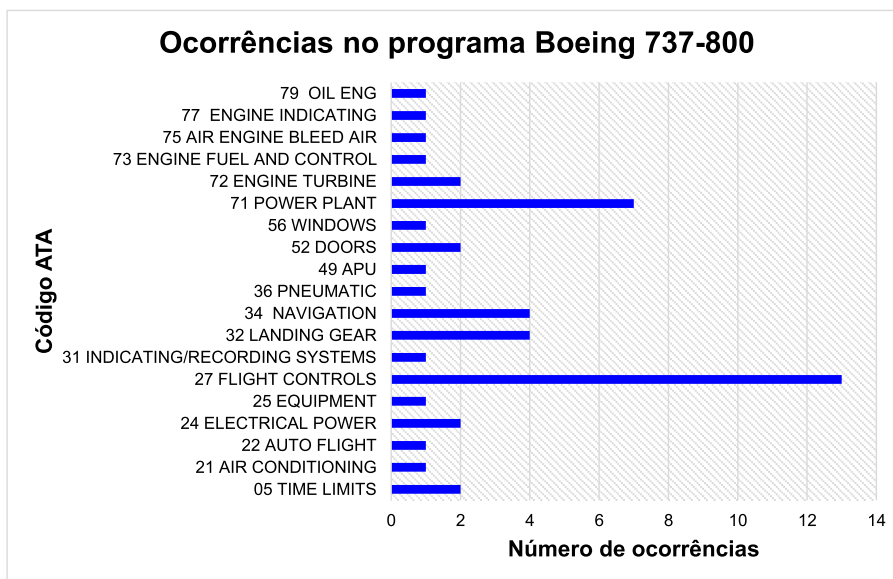


Figura 47 – Ocorrências no programa Boeing 737-800 (ANAC, 2017).

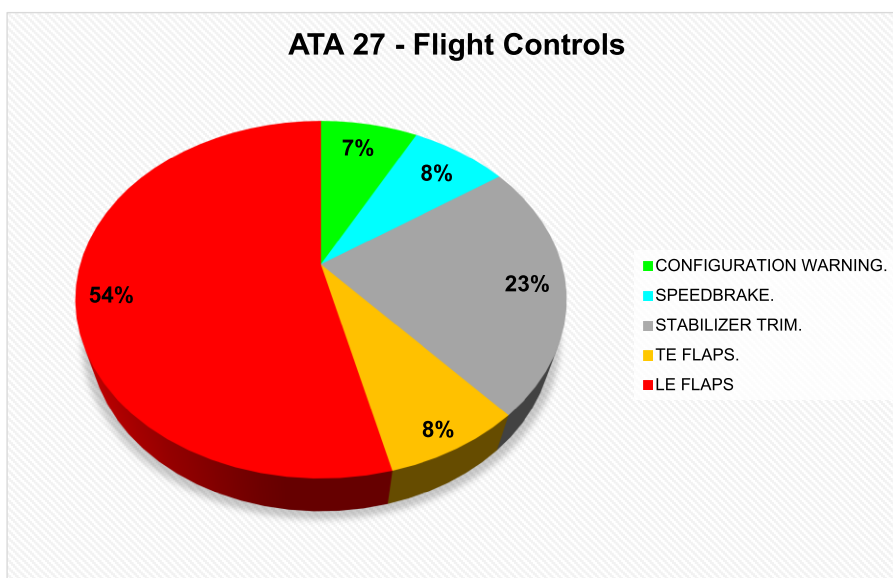


Figura 48 – Ocorrências no programa Boeing 737-800 relativas a ATA 27 (ANAC, 2017).

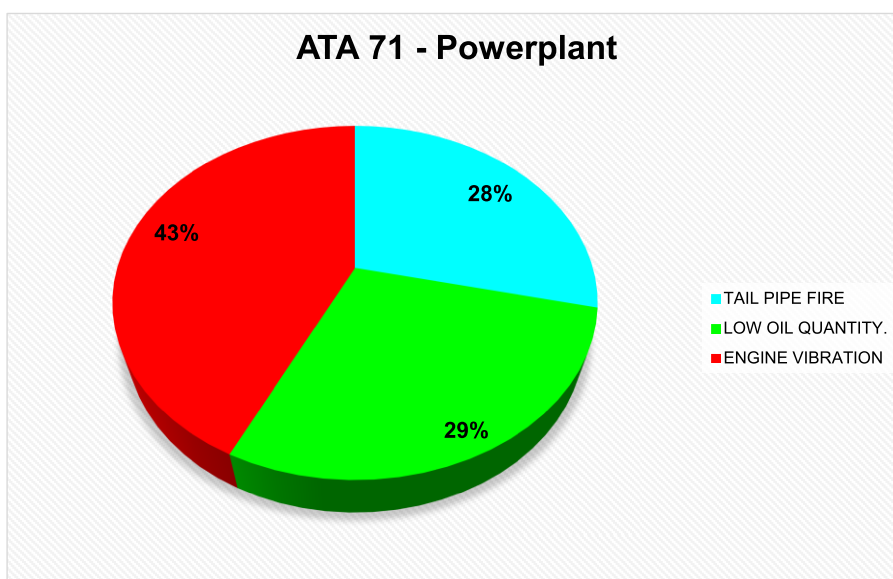


Figura 49 – Ocorrências no programa Boeing 737-800 relativas a ATA 71 (ANAC, 2017).

d) Programa Embraer EMB-145

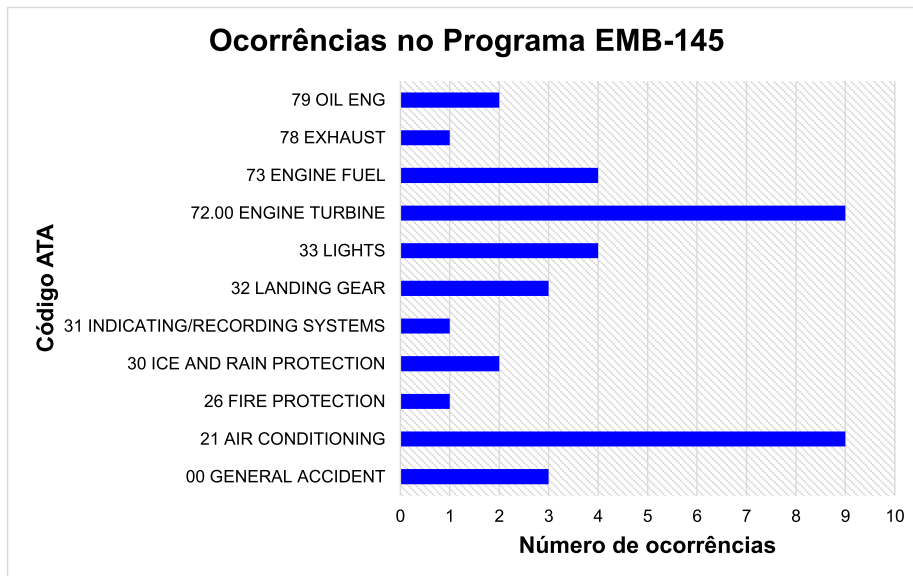


Figura 50 – Ocorrências no programa Embraer EMB 145 (ANAC, 2017).

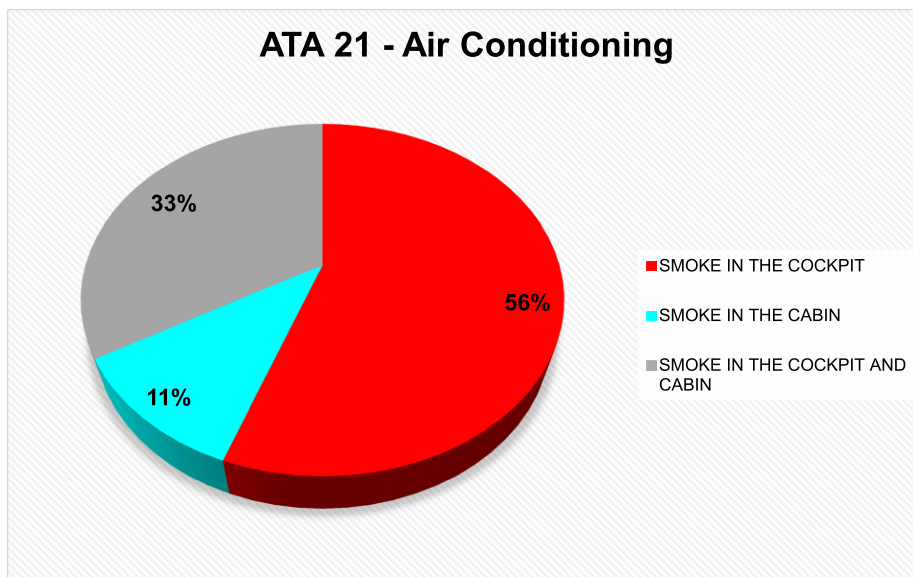


Figura 51 – Ocorrências no programa Embraer EMB 145 relativas a ATA 21 (ANAC, 2017).

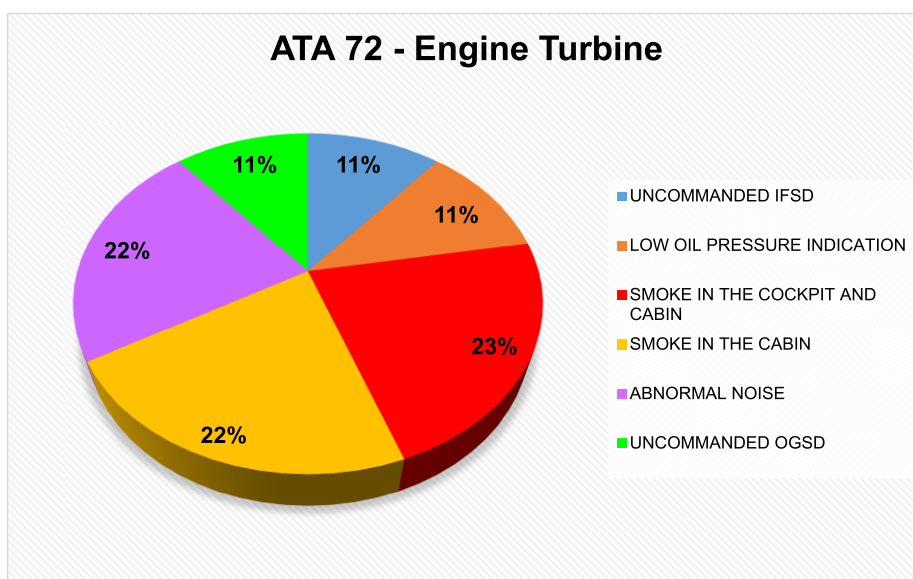


Figura 52 – Ocorrências no programa Embraer EMB 145 relativas a ATA 72 (ANAC, 2017).

e) Programa Embraer ERJ-190-100

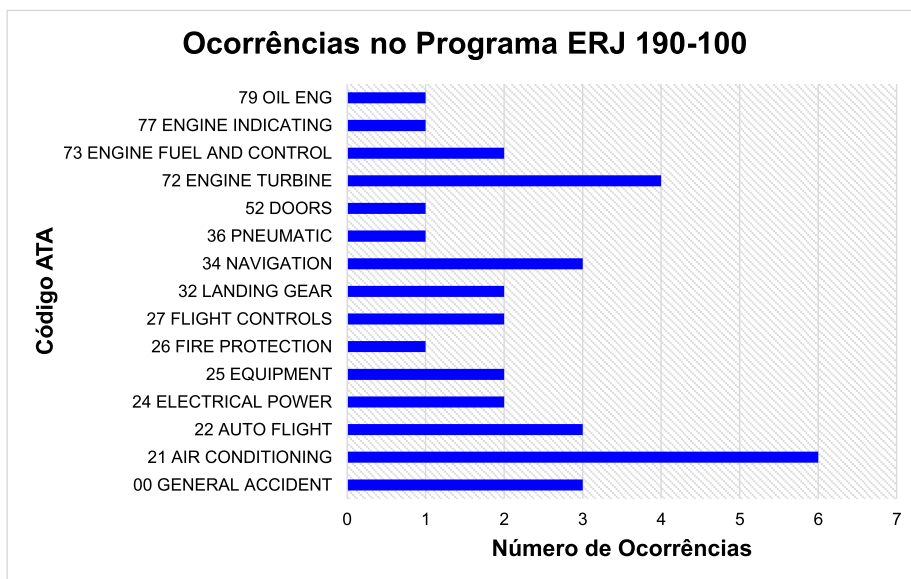


Figura 53 – Ocorrências no programa Embraer ERJ 190-100 (ANAC, 2017).

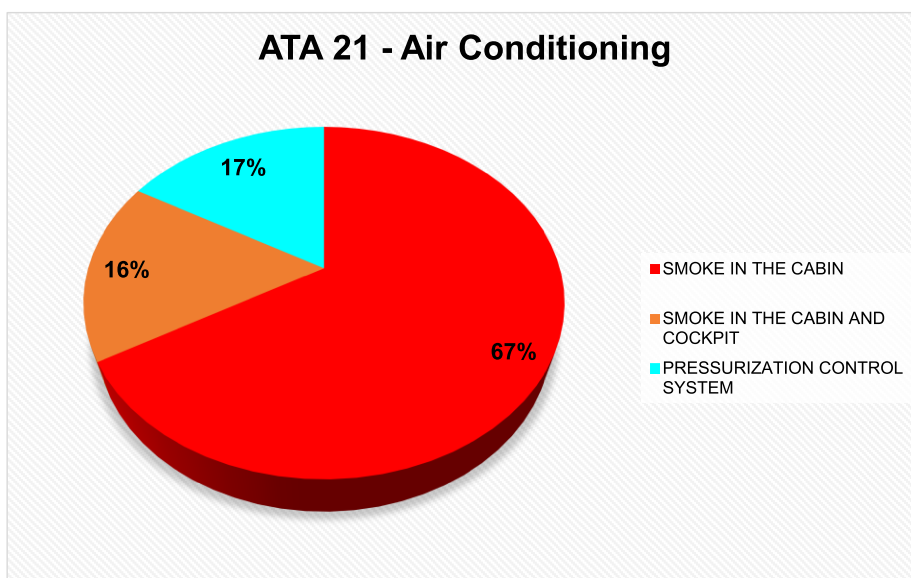


Figura 54 – Ocorrências no programa Embraer ERJ 190-100 relativas a ATA 21 (ANAC, 2017).

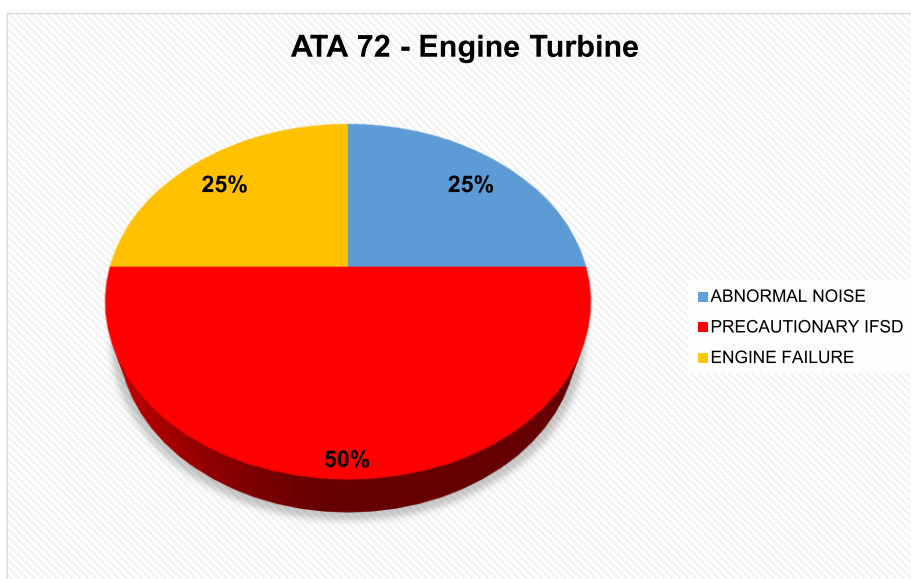


Figura 55 – Ocorrências no programa Embraer ERJ 190-100 relativas a ATA 72 (ANAC, 2017).

f) Programa Embraer ERJ-190-200

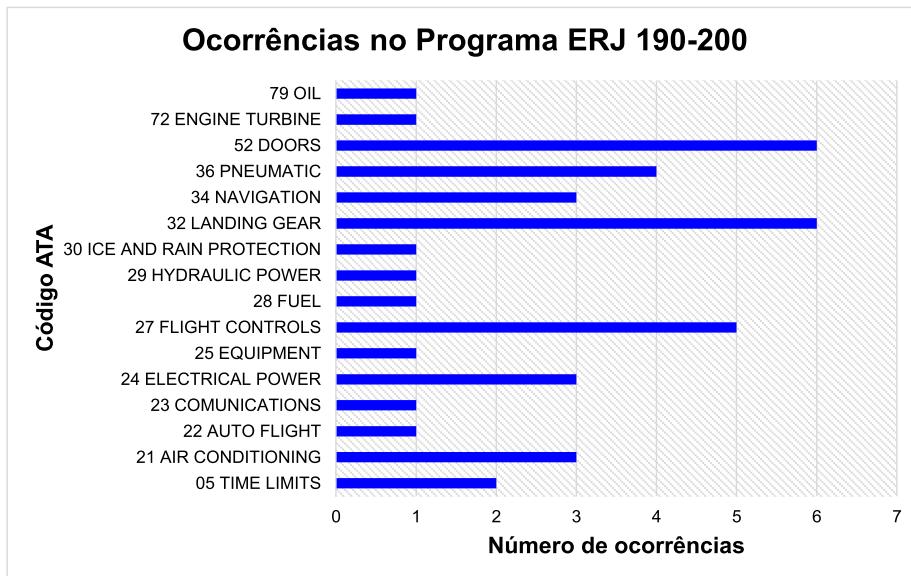


Figura 56 – Ocorrências no programa Embraer ERJ 190-200 (ANAC, 2017).

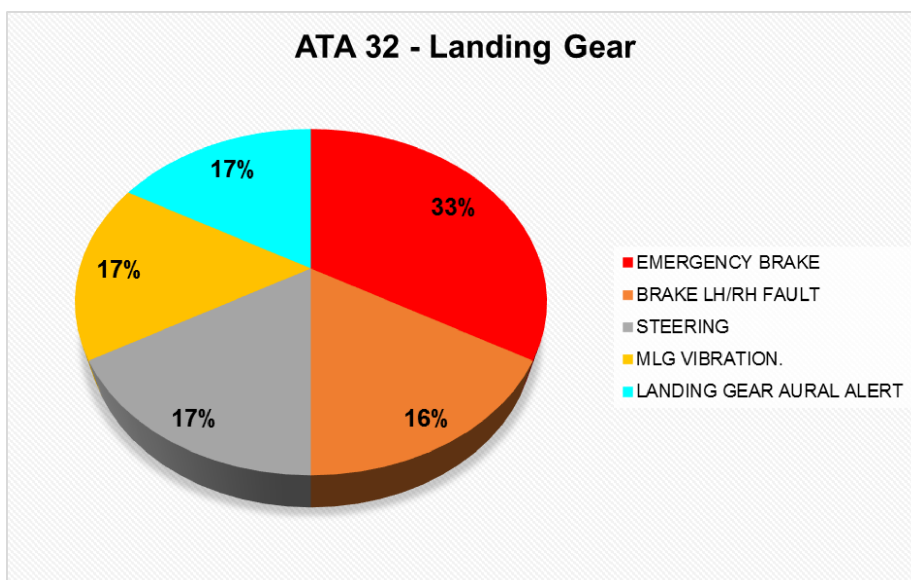


Figura 57 – Ocorrências no programa Embraer ERJ 190-200 relativas a ATA 32 (ANAC, 2017).

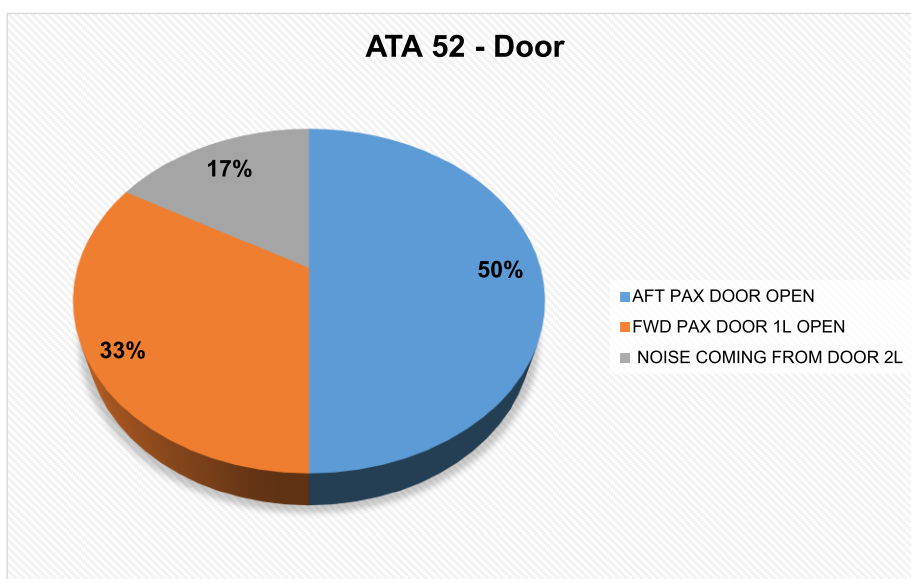


Figura 58 – Ocorrências no programa Embraer ERJ 190-200 relativas a ATA 52 (ANAC, 2017).

g) Programa Sikorsky S 76

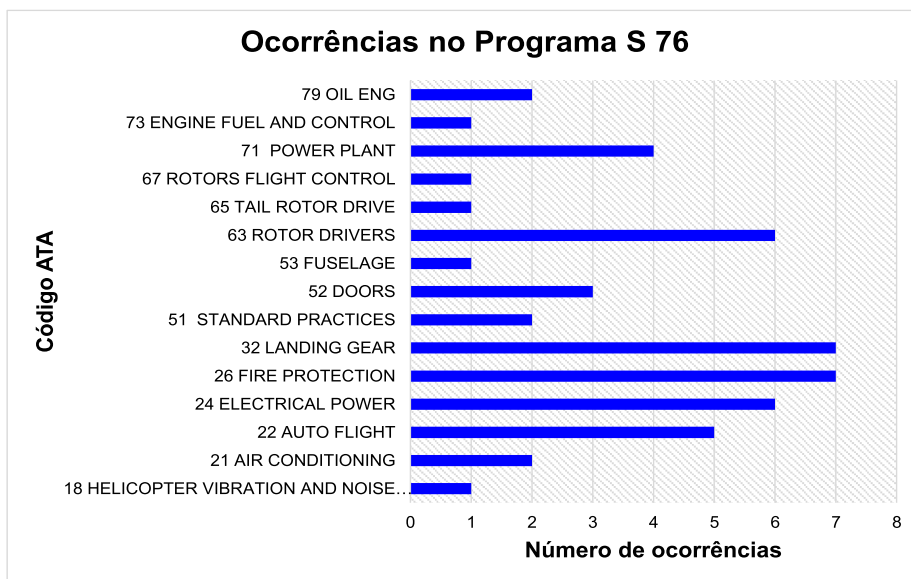


Figura 59 – Ocorrências no programa Sikorsky S 76 (ANAC, 2017).

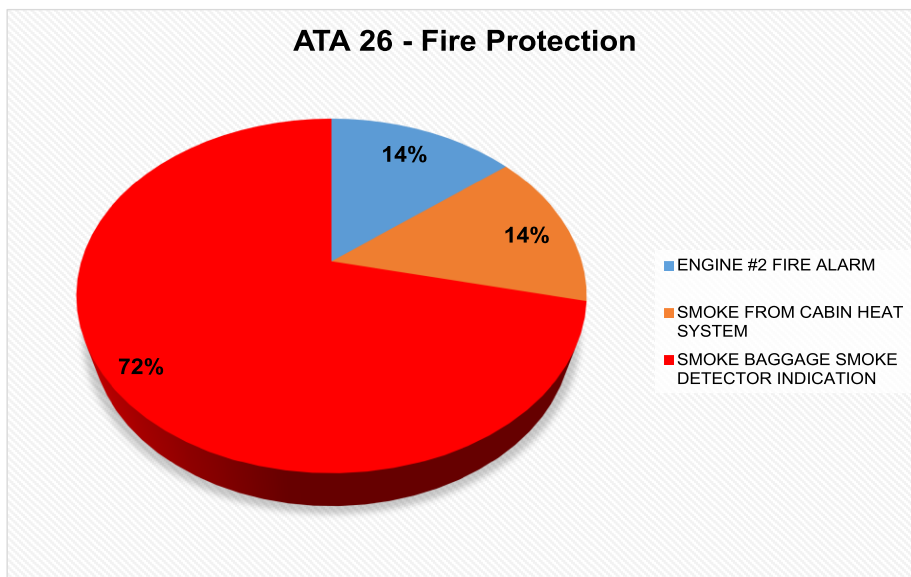


Figura 60 – Ocorrências no programa Sikorsky S 76 relativas a ATA 26 (ANAC, 2017).

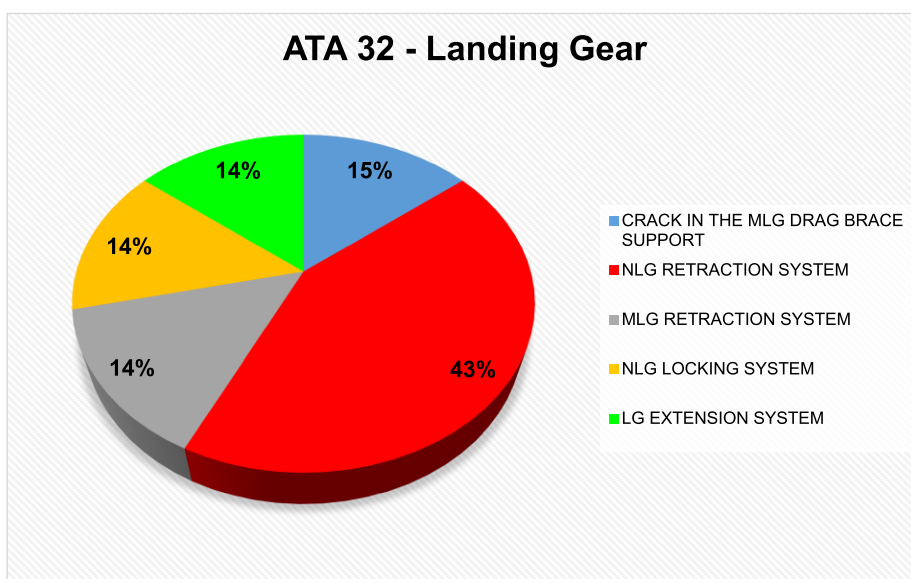


Figura 61 – Ocorrências no programa Sikorsky S 76 relativas a ATA 32 (ANAC, 2017).

7 CONCLUSÕES

Pelos dados obtidos em 2016 nota-se a ausência de relatórios oriundos de organizações de manutenção, embora haja alguns relatos submetidos durante a operação de manutenção, mas transmitidos por empresas aéreas. Este fato tem sido recorrente.

A maior parte dos relatórios recebidos em 2016 possuem a origem nas empresas aéreas regidas pelo RBAC 121. Pode-se associar este fato devido ao tamanho da frota de algumas empresas aéreas no Brasil, assim como a frequência de suas operações.

Observa-se que a associação direta da quantidade de eventos com determinada empresa não deve, necessariamente, ser associada a problemas naquela organização. Em alguns casos, indica justamente o contrário, isto é, a comunicação dos eventos e o compartilhamento de dados indica a cultura de segurança difundida naquela organização.

Por fim, observa-se a importância da comunicação destes relatórios por parte das organizações reguladas. Estes relatórios possuem eventos associados, que sob determinadas condições, fornecem subsídios para que sejam verificadas as premissas utilizadas na certificação do projeto destas aeronaves, podendo inclusive servir de fonte de realimentação para uma modificação de projeto.

AGRADECIMENTOS

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

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL [ANAC]. **Sistema Integrado de Informações da Aviação Civil**. Disponível em: <<https://sistemas.anac.gov.br/saci/>>. Acesso em: 05 set. 2017.
- BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil. **Instrução Suplementar - IS Nº 00-001**: Sistema de Dificuldades em Serviço. Revisão A. 2012.
- _____. Agência Nacional de Aviação Civil. **Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) 21**: Certificação de Produto Aeronáutico, Emenda 02. Brasília, 2015.
- _____. Agência Nacional de Aviação Civil. **Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) 121**: Requisitos Operacionais: operações domésticas, de bandeira e suplementares. Emenda 03. Brasília, 2014a.
- _____. Agência Nacional de Aviação Civil. **Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) 135**: Requisitos Operacionais: operações complementares e por demanda. Emenda 03. Brasília, 2014b.
- _____. Agência Nacional de Aviação Civil. **Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) 145**: Organizações de Manutenção de Produto Aeronáutico. Emenda 01. Brasília, 2014c.
- ESTADOS UNIDOS. Department of Defense. **Airworthiness Certification Criteria MIL-HDBK-516C**. Washington. 2014.
- FLORIO, F. **Airworthiness**: An Introduction to Aircraft Certification. Elsevier, Oxford, 2011.
- INTERNACIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION [ICAO]. Annex 6: Operation of Aircraft. Montreal: Canadá, 2010a.
- _____. Annex 8: Airworthiness. Montreal: Canadá, 2010b.
- POSSI, R. J. Dificuldades em Serviço na Aviação Civil Brasileira – Panorama de 2015. **Revista Conexão SIPAER**, v. 7, p. 150-162. 2016. Disponível em: <<http://conexaosipaer.cenipa.gov.br/index.php/sipaer/issue/view/19/showToc>>. Acesso em: set. 2017.
- THE BOEING COMPANY [BOEING]. **Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents – Worldwide Operations – 1959-2014**. Seattle, 2015.

Risco da Fauna na Aviação Brasileira: Aplicação da Análise de Correspondência para análise da relação entre Fase de Voo e Tipo de Reporte

Luis Carlos Batista Santos¹

Cleibson Almeida²

Jorge Luiz Farias³

Carla Susete Gonçalves Francisco⁴

Beatriz Macedo Coimbra dos Santos⁵

1 Pós-graduado em Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade Continuada, Estatístico, Suboficial, Especialista em Controle de Tráfego Aéreo, da Força Aérea Brasileira. E-mail: luiscarloslcbs@fab.mil.br.

2 Doutorando(a) em Matemática Aplicada e Modelação na Universidade Aberta de Portugal, Lisboa.

3 Estatístico, Suboficial, Especialista em Comunicação Aeronáutica, da Força Aérea Brasileira.

4 Phd student, researcher, Quebec city, Canada.

5 Graduanda em Matemática Aplicada na Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro.

RESUMO: Este trabalho apresenta uma aplicação de técnica estatística de Análise de Correspondência Simples para compreender a inter-relação de variáveis e interpretar os resultados de forma analítica para reportes de eventos de interesse com Fauna no Brasil e as diversas fases de voo que envolvem o posicionamento de aeronaves quando estão num mesmo espaço físico com a fauna. Os dados utilizados foram coletados no Sistema de Gerenciamento de Risco Aviário (SIGRA), também conhecida como Ficha CENIPA 15 (FC15). Foram considerados 13.437 eventos, datados entre janeiro de 2011 e dezembro de 2016, e para a análise de correspondência foi utilizado o *software* R. Os resultados mostraram que existe inter-relação entre tipo de evento e fase de voo.

Palavras Chave: Risco da Fauna. Análise de Correspondência Simples. Segurança de Voo.

Risk of Fauna in Brazilian Aviation: Application of Correspondence Analysis to Analyze the Relationship Between Flight Phase and Report Type

ABSTRACT: This work presents an application of statistical technique of Simple Correspondence Analysis to understand the interrelationship of variables and interpret the results analytically for reports of events of interest with Fauna in Brazil and the different phases of flight involving the positioning of the aircraft when they are in the same physical space with the fauna. The data used were collected in the Bird Risk Management System (SIGRA), also known as CENIPA 15 (FC15). A total of 13,437 events, dated between January 2011 and December 2016, were considered and the software R was used for the correspondence analysis. The results showed that there is an interrelationship between event type and flight phase.

Key words: Risk of Fauna. Simple Correspondence Analysis. Flight safety.

Citação: Santos, LCB, Almeida, C, Farias, JL, Francisco, CSG, Santos, BMC. (2017) Risco da Fauna na Aviação Brasileira: Aplicação da Análise de Correspondência para análise da relação entre Fase de Voo e Tipo de Reporte. *Revista Conexão Sipaer*, Vol. 8, No. 3, pp. 58-65.

1 INTRODUÇÃO

Na área aeroportuária, aeronaves e aves disputam espaço físico a todo instante e esta disputa pode ocasionar incidentes, incidentes graves e acidentes aeronáuticos (MENDONÇA, 2008).

Diante disso, no Brasil, o Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA) dispõe de uma ferramenta para coleta de dados sobre eventos que envolvem aviação e fauna, conhecida como Ficha CENIPA 15 – FC15 (SIGRA, 2017).

Esta ficha se baseia em um formulário eletrônico disponibilizado na internet, por meio do SIGRA (Sistema de Gerenciamento do Risco Aviário) e os dados coletados servem para a elaboração de relatórios para prevenção de acidentes aeronáuticos, bem como a mitigação do risco da fauna na aviação brasileira. Estes relatórios são vistos como formas de prevenção proativa e preditiva dentro do contexto de segurança de voo, além de serem guias para tomar decisões no âmbito de evitar futuros acidentes aeronáuticos. Um exemplo de relatório é o Anuário de Risco da Fauna, elaborado pelo CENIPA.

De acordo com o Anuário de Risco da Fauna 2015, a Ficha CENIPA 15 (FC15) é imprescindível para orientar medidas de controle de fauna através das informações coletadas via formulário apropriado (CENIPA, 2016; CENIPA, 2017).

Desde sua implementação, no ano de 2011, o SIGRA vem coletando informações sobre eventos de interesse da fauna na aviação e atualmente possui mais de 27.000 registros (CENIPA, 2017).

Porém, não faz sentido apenas coletar esses dados. É preciso explorar para tentar entender as relações existentes entre as variáveis, buscar tendências, desenvolver facilidades na visualização das informações e realizar comparações com padrões já conhecidos na segurança de voo. A este contexto, dá-se o nome de Ciência dos Dados (DAVENPORT, 2014; GRUS, 2016).

Diante do exposto, este trabalho procura explorar sob o ponto de vista da ciência dos dados, com foco na aplicação da análise de correspondência, nas informações sobre os eventos aeronáuticos coletados pelo sistema SIGRA e na busca por um melhor entendimento sobre a relação entre as variáveis Fase de Voo e o Tipo do Reporte. Espera-se que o melhor entendimento desta relação contribua com a melhoria da segurança de voo na aviação brasileira.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ANÁLISE DE CORRESPONDÊNCIA

Um dos trabalhos mais citados na literatura brasileira, sobre o método estatístico da análise de correspondência, foi desenvolvido por Carvalho e Struchiner (1992). Em sua pesquisa, os autores identificaram a necessidade de estudar simultaneamente as relações entre um conjunto de variáveis e para isso aplicaram a análise de correspondência para avaliar os serviços de vacinação, do Programa Nacional de Imunização (PNI) no Brasil. Após o detalhamento técnico sobre o método empregado, os autores concluíram que este tipo de abordagem permite maximizar o entendimento na relação de variáveis e também evita interpretações equivocadas provenientes do empirismo e métodos estatísticos mais simples.

Pamplona et al. (2007), adotaram a análise de correspondência para estudar os crimes registrados na região metropolitana de Belém (Brasil), em 2006. O principal resultado obtido pelos pesquisadores foi um melhor entendimento sobre o relacionamento das variáveis, por exemplo, a associação do município de “Belém” com os “crimes contra a pessoa” e que cidade de “Ananindeua” tinha relação com “crimes contra o patrimônio”. Portanto, percebe-se, neste caso, que a análise de correspondência serviu para estudar a relação entre as variáveis “local” e “tipo de crime”, no nível de suas categorias.

Na dissertação de mestrado, defendida por Cabrita (2012), foi apresentado, no idioma português, o desenvolvimento teórico sobre a análise de correspondência. Diante disso, foi apresentado todo o detalhamento sobre a tabela de contingência, matriz inicial dos dados, massas, perfis de linha e de coluna, nuvem de perfis, centroide, distância, inércia e o algoritmo do método. Nas conclusões, a autora ressalta que a Análise de Correspondência é uma técnica útil para disponibilizar a associação entre variáveis qualitativas (categóricas).

Em trabalhos mais recentes, como os de Oliveira (2015), Camelo et al. (2016) e Pereira et al. (2016), a análise de correspondência foi utilizada para analisar a eficiência em compras públicas, classificar a velocidade do vento no nordeste brasileiro e analisar os serviços de saúde primários oferecidos aos usuários de álcool no Brasil. Estes três trabalhos mostram a abrangência para aplicação da análise de correspondência, além de serem bons exemplos para ilustrar o atual interesse dos pesquisadores de distintas áreas do conhecimento na aplicação deste método estatístico.

Sendo assim, com o referencial apresentado é possível perceber que a utilização da análise de correspondência não é recente e tem sido utilizada em diversas áreas com o objetivo de compreender a relação entre variáveis qualitativas (categóricas).

Uma questão teórica importante sobre o assunto, é que a relação entre variáveis na análise de correspondência é mais profunda do que na análise de correlação. Enquanto a primeira permite compreender o relacionamento entre as distintas categorias das variáveis estudadas, a segunda permite apenas medir o relacionamento entre as variáveis, sem aprofundamento nas relações entre os itens (categorias) que compõe as variáveis (HAIR et al, 2009).

2.2 ÁVIAÇÃO E FAUNA

No Brasil, eventos envolvendo aeronaves e fauna não são raros. Somente no ano de 2016 houve 6.023 eventos, considerando colisões, quase colisões e avistamento de fauna (CENIPA, 2017).

Esses eventos são reportados por diversas fontes, como os pilotos das aeronaves, controladores de tráfego aéreo, administradores de aeródromos ou qualquer outra pessoa que visualize um cenário de risco para a aviação envolvendo fauna.

De acordo com Li & Li (2010) e Varga et al. (2014), eventos que envolvem aeronaves e fauna podem ser divididos em “birdstrike” e “wildlife strike”. Enquanto a primeira refere-se a eventos com aves, a segunda abrange eventos com as demais espécies de fauna.

Embora o fator comportamental da fauna e o fator operacional da aeronave estejam quase sempre presentes em eventos desta natureza, o maior foco dessa área de estudo são as características de infraestrutura dos aeródromos (ABREU et al., 2017).

De acordo com Abreu et al. (2017), as áreas aeroportuárias possuem os elementos que atraem os animais para a proximidade das operações aeronáuticas, como comida, abrigo e água.

Portanto, este é contexto principal sobre o risco da fauna para a aviação e os trabalhos acadêmicos que tratam este assunto estão voltados para os seguintes interesses:

- a) Na relação entre espécie de fauna envolvida e local do evento aeronáutico (geralmente aeródromos). Por exemplo, Novaes e Alvarez (2014), apresentam a relação entre resíduos sólidos urbanos próximo de um aeródromo com os urubus de cabeça-preta na cidade de Ilhéus, no Brasil.
- b) Na identificação das espécies que afetam a operação aérea. Por exemplo, no trabalho de Dove et al. são apresentado técnicas forenses para identificação de aves durante a investigação de acidentes.

- c) Na busca por modelos para gerenciamento do risco em aeródromos. Por exemplo, Patrick e Shaw (2012) apresentam uma coletânea de características dos modelos para gerenciar riscos em aeródromos e analisam a sua eficácia. Há também o trabalho de Ntampakis e Biermann (2014), que propõem o SMS (Safety Management System) como um modelo adequado para gerenciamento do risco da fauna em aeródromos.
- d) No desenvolvimento de técnicas para mitigação do risco de fauna na aviação. Por exemplo, Abreu et al. (2017) abordam a mitigação do risco por meio do manejo das espécies de fauna que habitam o ambiente aeroportuário. Para isso, os autores aplicaram diferentes alturas de cortes da grama de um aeródromo com a expectativa de desencorajar o interesse das aves naquele ambiente e depois compararam os efeitos de cada tipo de corte quanto a atratividade da fauna.

Portanto, percebe-se na literatura consultada o maior interesse dos trabalhos acadêmicos nesta área estão voltados para a identificação de espécies e a mitigação do risco da fauna em aeródromos.

3 METODOLOGIA

De todo o contexto de dados no sistema SIGRA, este estudo foca em duas variáveis: a) tipo de evento e b) fase de voo. Essas variáveis são categóricas, na condição de qualitativas nominais.

O tipo de evento, ou reporte, é categorizado da seguinte forma: colisão, quase colisão e avistamento (CENIPA, 2017).

A fase de voo é caracterizada da seguinte forma: estacionamento, táxi, decolagem, subida, cruzeiro, descida, navegação à baixa altura, aproximação e pouso (CENIPA, 2017).

No período de coleta de dados, entre 2011 e 2016, ocorreram diferentes eventos em 324 aeródromos brasileiros. Considerando que a quantidade de aeródromos com eventos neste período é excessiva e alguns deles tiveram baixo número de eventos, foi adotado o princípio de Pareto com foco na redução do número de aeródromos.

Basicamente, o princípio de Pareto considera que 20% causas são responsáveis por 80% dos efeitos. Dessa forma, a base de dados foi reduzida e considerou somente os aeródromos (20%) mais representativos quanto a quantidade de eventos envolvendo fauna e aeronaves (80%).

A aplicação do princípio de Pareto permitiu reduzir os iniciais 324 aeródromos, para 40. Com isso, os 40 aeródromos que restaram na base de dados a ser analisada representam 80% dos eventos no período (Figura 1).

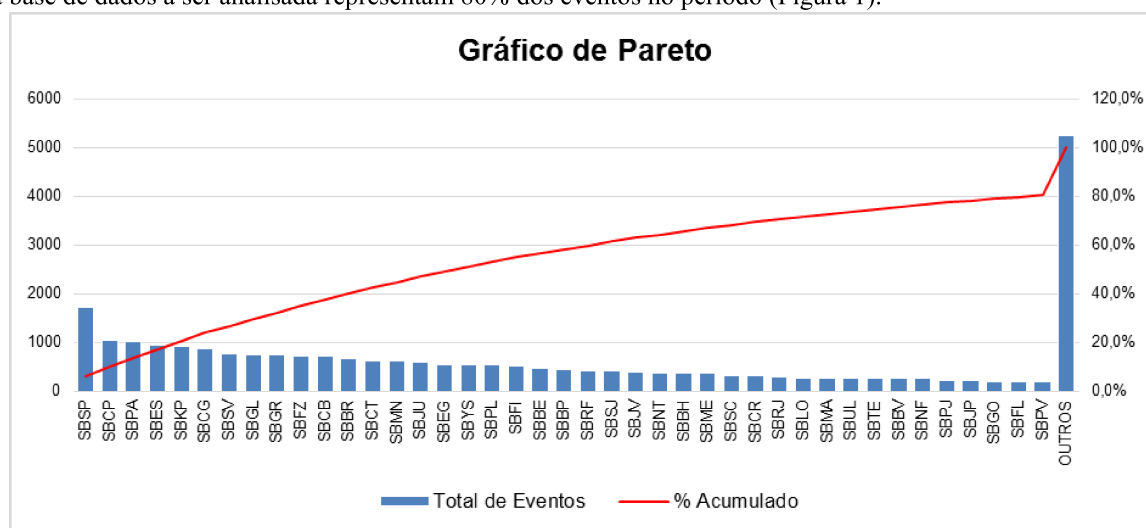


Figura 1: Distribuição de eventos versus princípio de Pareto.

Na tabela 1, são apresentados dados tabulados que foram utilizados.

	FASE DE VOO	TIPO DE REPORTE			Total
		COLISÃO	QUASE COLISÃO	AVISTAMENTO	
1	ESTA_TAX	114	44	639	797
2	DECOLAGEM	2024	539	957	3520
3	SUBIDA	182	178	166	526
4	CRUZEIRO	34	133	145	312
5	DESCIDA	82	79	172	333
6	NBA	71	119	139	329
7	APROXIMAÇÃO	702	1509	1877	4088
8	POUSO	2514	365	653	3532
	Total	5723	2966	4748	13437

Tabela 1: Eventos de risco da fauna entre 2011 e 2016.

A fase de voo “inspeção de trânsito/intervoo” não foi inserido por não haver conhecimento do “local/fase de voo” onde o evento ocorreu. E no caso da fase de voo “revisão de pista” só ocorrer em tipo de reporte “colisão e avistamento”, também não foi considerado.

3.1 SOBRE A APLICAÇÃO DO MÉTODO

Como proposta deste trabalho está na compreensão da inter-relação de tipo de evento com a fase de voo e essas duas variáveis são qualitativas nominais (categóricas), será aplicado um método estatístico para esta finalidade.

Uma forma de entender essa inter-relação é através da técnica multivariada de dados chamada análise de correspondência (ACS). Quando se tem o interesse na análise de apenas duas variáveis, o método é conhecido como análise de correspondência simples.

Segundo Hair et al. (2009), a análise de correspondência simples (ACS) é uma técnica multivariada de dados utilizado para verificar as relações entre categorias de dados nominais em uma tabela de contingência.

Neste sentido, a ACS propõe construir um mapa perceptual, que é uma representação visual de entendimentos de objetos de um indivíduo em duas ou mais dimensões (Hair et al. 2005).

De acordo com Fávero e Belfiore (2009), a ACS tem duas etapas fundamentais: cálculo da medida de associação e criação do mapa perceptual. Para ser formado a base para associação, um teste Qui-quadrado (χ^2) é feito com o objetivo de padronizar os valores das frequências. Com a medida padronizada da associação, é gerado uma medida de distância e projeções ortogonais para os quais as categorias podem ser alocadas para representar o grau de associação informados pelas distâncias χ^2 a ser demonstrado mediante um espaço dimensional.

Ainda conforme Fávero e Belfiore (2009), através da multiplicação de matrizes são encontrados os autovalores (*eigenvalue*), sendo que o quadrado de cada autovalor é entendido como a inércia das dimensões, que demonstra importância para cada dimensão. A divisão entre a inércia de cada dimensão e a inércia total é a proporção da variância explicada pela dimensão. O número máximo de dimensões é estimado por:

- $[\text{mínimo (linha, coluna)} - 1] = [\text{mínimo (8, 3)} - 1] = 2$

Com esse resultado, segue-se para o exame de representação gráfica (mapa perceptual). Neste sentido, faz-se necessário saber se há associação entre as variáveis e o grau de dependência entre as variáveis. Para isso, é aplicado o teste Qui-quadrado.

Nesse sentido, faz-se necessário a construção de teste de hipótese estatística para tomada de decisão. As hipóteses testadas são:

- H0: as duas variáveis categóricas se associam de forma aleatória.
- H1: a associação entre as duas variáveis categóricas não se dá de forma aleatória.

Por fim é criado um mapa perceptual. Segundo Fávero e Belfiore (2015), o mapa perceptual serve para localizar visualmente no gráfico objetos de um indivíduo em duas ou mais dimensões. No mapa perceptual cada objeto tem um posicionamento espacial que descreve sua similaridade em relação a outros objetos, conforme as dimensões expostas no mapa perceptual.

Para a realização de todos esses cálculos são utilizados softwares estatísticos. Neste trabalho foram utilizados o R e o Excel para tabulação e análise de dados, construção do gráfico de Pareto, aplicação do método, testes de hipóteses e a elaboração das tabelas.

4 RESULTADOS

Nesta seção são apresentados os resultados obtidos com a aplicação da Análise de Correspondência. Os resultados estão apresentados da seguinte forma: a) análise descritiva e b) análise de correspondência.

4.1 ANÁLISE DESCRITIVA

Observa-se, no gráfico 1, que a “colisão” com fauna ocorre com mais frequência nas fases de “decolagem” e “pouso”. De fato, nessas duas fases a aeronave está mais próxima ao solo da área aeroportuária. Com isso, a exposição da aeronave à fauna fica evidenciada, uma vez que este é um cenário perfeito para encontrar comida, abrigo e água, itens fundamentais de atração a aves e animais terrestres.

Na fase de voo “aproximação” ocorrem mais “avistamentos” e “quase colisões” com fauna. Nesta fase de voo, o piloto da aeronave cumpre uma trajetória ou circuito de tráfego próximo ao aeródromo, o que possibilita uma tomada de decisão imediata para desviar a aeronave antes do impacto com o animal.

O avistamento de aves e animais terrestres é mais frequente nas fases de voo “estacionamento”, “táxi”, “pouso” e “decolagem”. Na área de pátio, táxi e pista de pouso concentram-se gramados que atraem animais típicos e possibilita o avistamento de fauna pela equipe aeroportuária.

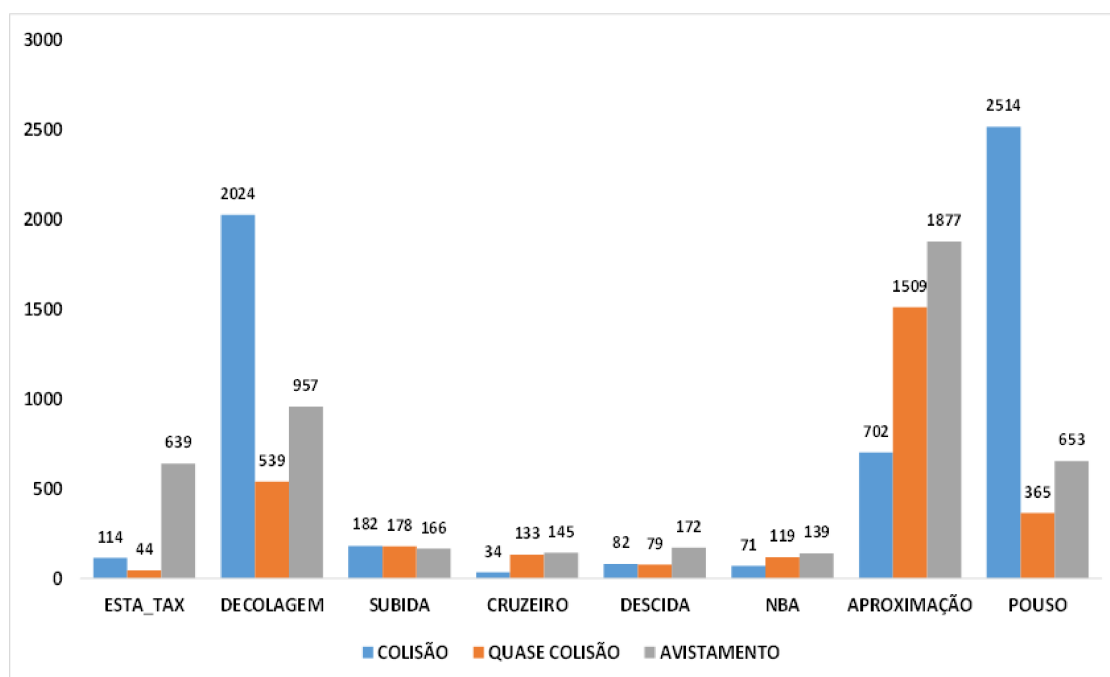


Gráfico 1: Eventos por fase de voo no risco da fauna entre 2011 e 2016.

A tabela 2 apresenta a distribuição conjunta das proporções (em porcentagem) em relação aos totais de cada linha e aos totais de cada coluna respectivamente (L,C) das variáveis. A análise em linha demonstra que há mais “avistamento” de fauna (80.2%) do que “colisão” e “quase colisão” na fase de voo estacionamento e táxi. O “avistamento” e “quase colisão” com fauna acontecem em 89.1% das vezes, enquanto a colisão com aves representa apenas 10.9% na fase de voo “cruzeiro”.

Na análise em coluna, percebe-se 50.9% das quase colisões com aves ocorre na fase de voo aproximação e a colisão com fauna ocorre 79.3% nos eventos envolvendo a fase de voo pouso e decolagem. Também é possível notar que 39.5% dos avistamentos ocorrem na fase de voo aproximação.

Observando a análise da distribuição conjunta das proporções para linhas e colunas, não é possível ter certeza da associação entre as variáveis.

Fase de voo \ Tipo de reporte	Colisão		Quase colisão	Avistamento
	Linha	Coluna		
Estacionamento e Táxi	Linha	14.3%	5.5%	80.2%
	Coluna	2.0%	1.5%	13.5%
Decolagem	Linha	57.5%	15.3%	27.2%
	Coluna	35.4%	18.2%	20.2%
Subida	Linha	34.6%	33.8%	31.6%
	Coluna	3.2%	6.0%	3.5%
Cruzeiro	Linha	10.9%	42.6%	46.5%
	Coluna	0.6%	4.5%	3.1%
Descida	Linha	24.6%	23.7%	51.7%
	Coluna	1.4%	2.7%	3.6%
NBA	Linha	21.6%	36.2%	42.2%
	Coluna	1.2%	4.0%	2.9%
Aproximação	Linha	17.2%	36.9%	45.9%
	Coluna	12.3%	50.9%	39.5%
Pouso	Linha	71.2%	10.3%	18.5%
	Coluna	43.9%	12.3%	13.8%

Tabela 2: Distribuição conjunta das proporções para linhas e colunas.

4.2 ANÁLISE DE CORRESPONDÊNCIA

O teste Qui-quadrado (χ^2) foi calculado conforme a Tabela 2 e as hipóteses testadas foram apresentadas na metodologia.

Informações	Valores
Estatística χ^2	3670,455
Graus de Liberdade	14
P-Valor	0

Tabela 3: Teste Qui-quadrado.

Sendo assim, a estatística de teste foi significativa, apresentando p-valor < 0.05, com 95% de confiança, recomendando a rejeição da hipótese nula. Isso evidencia a associação entre as duas variáveis categóricas, que não puderam ser verificadas apenas com as informações da Tabela 2.

Dessa forma, os resíduos padronizados ajustados com valores positivos maiores que 1,96, em valor absoluto, indicam que há evidências de associação significativa entre as categorias. Resíduo alto significa maior dependência entre as variáveis, o que facilita a análise do mapa perceptual. Perceba que os valores acima de 1,96 foram realçados em amarelo.

Na Tabela 4, percebe-se que as fases de voo decolagem e pouso tem uma forte associação com tipo de reporte colisão. Em contrapartida, para as fases de voo “subida”, “cruzeiro” e “NBA” estão associados com quase colisão, sendo que a “aproximação” possui associação mais forte com este tipo de reporte (quase colisão). No tipo de reporte “avistamento”, as variáveis “estacionamento” e “táxi” apresentaram maior associação do que as fases “cruzeiro”, “descida” e “NBA”. Também é possível observar que na “aproximação” existe uma associação significativa com “quase colisão”.

FASE DE VOO		TIPO DE REPORTE		
		COLISÃO	QUASE COLISÃO	AVISTAMENTO
1	ESTA_TAX	-16,65	-11,61	27,3
2	DECOLAGEM	20,82	-11,25	-11,77
3	SUBIDA	-3,78	6,63	-1,84
4	CRUZEIRO	-11,45	8,85	4,16
5	DESCIDA	-6,71	0,73	6,3
6	NBA	-7,8	6,24	2,56
7	APROXIMAÇÃO	-39,4	27,42	16,96
8	POUSO	40,01	-19,6	-24,39

Tabela 4: Associação entre as categorias da fase de voo e tipo de reporte.

Tem-se abaixo o *output* (saída) da análise de decomposição inercial para as duas dimensões, feito com apoio *software* R com pacote *ca*.

Dimensão	Autovalor	%	% Acumulada
1	0,229972	84,2	84,2
2	0,043188	15,8	100,0
Total	0,273160	100,0	

Tabela 5: Contribuição inercial.

Como observado na Tabela 5, a inércia total é de 0,273160. As proporções explicadas nas dimensões 1 e 2 correspondem respectivamente 84,2% (0,229972/0,273160), e a 15,8% da inércia total. É válido lembrar que quanto maior a inércia da primeira dimensão, maior será a associação entre as categorias dispostas em linha e em coluna.

No mapa perceptual (Gráfico 2), está graficamente ressaltado que a colisão com fauna acontece com maior frequência no pouso e decolagem, e a quase colisão ocorre nas fases de “subida”, “NBA”, “aproximação” e “cruzeiro”. O avistamento de fauna é mais frequente na descida e principalmente durante o estacionamento e o táxi.

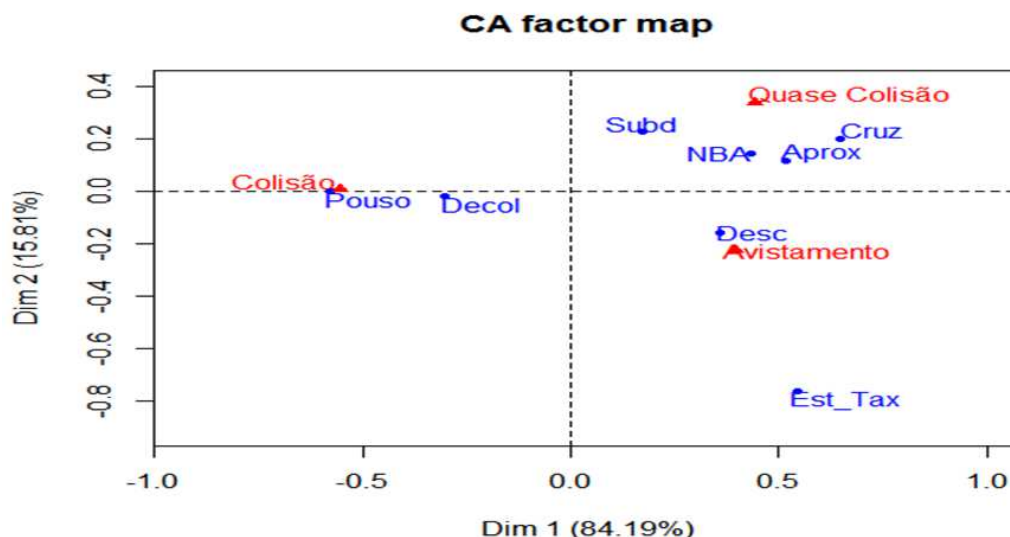


Gráfico 2: Mapa perceptual da associação entre fase de voo e tipo de reporte.

Após toda a validação metodológica dos resultados apresentados é possível corroborar com a comunidade da segurança de voo, da seguinte forma:

- a) que os aeronavegantes devam ter atenção:
 - no procedimento de decolagem e pouso, onde ocorrem colisões com fauna. Lembrando que a colisão, geralmente, é mais danosa do que os outros tipos de reporte;
 - no procedimento de aproximação, pois nesta fase de voo ocorrem as quase colisões.
 - no estacionamento/táxi da aeronave, porque é neste caso que há avistamento de fauna dentro da área aeroportuária e trata-se de uma oportunidade de identificação e mitigação do risco antes que os animais interfiram em fases de voo onde o evento seja mais danoso.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou a aplicação do método estatístico da Análise de Correspondência para identificar a relação entre duas importantes variáveis no gerenciamento do risco da fauna na aviação brasileira.

Conforme revisão de literatura apresentada, foi possível identificar a necessidade de estudos com foco na verificação do comportamento das variáveis categóricas coletadas pela ficha CENIPA 15. Para tanto, foram estudadas as variáveis tipo de reporte e fase de voo, uma vez que são consideradas importantes dentro do tema.

Nos resultados foram apresentadas análises estatísticas exploratórias e a aplicação da Análise de correspondência aos dados.

Desta forma, a análise de correspondência serviu para comprovar a relação entre fase de voo e tipo de reporte. O entendimento desta relação resulta em informações valiosas para tomadas de decisões de tripulantes e administradores de aeródromos, servindo para disseminar como está o risco da fauna na relação dessas duas variáveis e assim evitar futuros acidentes aeronáuticos.

O presente estudo explorou e identificou padrões através de visualizações, dentro do contexto da ciência dos dados, já conhecido na segurança de voo, de forma analítica matemática. E assim um maior embasamento para entendimento e comportamento das variáveis em foco que fazem parte do cenário aeroportuário no Brasil.

Por fim, é proposto o uso desta metodologia para futuros estudos da associação de outras variáveis que afetam o risco da fauna na aviação brasileira.

REFERÊNCIAS

- ABREU, T. L. S. et al. Evaluation of different grass height management patterns for bird control in a tropical airport. **Revista Conexão SIPAER**, v. 8, n. 1, p. 68-79, 2017. Disponível em: <<http://conexaosipaer.cenipa.gov.br/index.php/sipaer/article/view/363>>. Acesso em: 14 jun. 2017.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **Plano do Comando da Aeronáutica (PCA) 3-3: Plano Básico de Gerenciamento de Risco de Fauna**. Brasília. 2017. Disponível em: <<http://www2.fab.mil.br/cenipa/index.php/legislacao/pca-plano-do-comando-da-aeronautica>>. Acessado em: 17 jun. 2017.
- CABRITA, D. M. D. **Métodos multivariados para variáveis qualitativas**: aplicação ao estudo de variáveis associadas com a avaliação na disciplina de Matemática de uma escola do Ensino Básico no Concelho de Vila Nova de Gaia. Dissertação (mestrado), Mestrado em Estatística, Matemática e Computação, Universidade Aberta de Portugal. 2012.

- CAMELO, H. N. et al. Utilização de Análise de Correspondência para Classificação da Velocidade do Vento no Nordeste Brasileiro. **Revista Principia - Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB**, [S.l.], n. 31, p. 22-28, dez. 2016. ISSN 2447-9187. Disponível em: <<http://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/642>>. Acesso em: 27 Nov. 2017.
- CARVALHO, M. S.; STRUCHINER, C. J. Análise de Correspondência: Uma aplicação do Método à Avaliação de Serviços de Vacinação. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 8, n. 3, p. 287-301, jul/set, Rio de Janeiro. 1992.
- CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS [CENIPA]. **Anuário de Risco de Fauna**, 2015. Brasília. 2016. Disponível em: <<http://www2.fab.mil.br/cenipa/index.php/estatisticas/risco-da-fauna?download=129;perigo-aviario-e-fauna>>. Acesso em: 14 jun. 2017.
- CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS [CENIPA]. **Sistema de Gerenciamento de Risco Aviário (SIGRA)**: banco de dados. 2017. Disponível em: <http://sistema.cenipa.aer.mil.br/cenipa/sigra/pesquisa_dadosExt>. Acesso em: 14 jun. 2017.
- DAVENPORT, T. H. **Dados Demais**: Como desenvolver habilidades analíticas para resolver problemas complexos, reduzir o risco e decidir melhor. Rio de Janeiro: Campus Elsevier. 2014.
- DOVE, C. J.; DAHLAN, N. F.; HEACKER, M. Forensic Bird-strike identification techniques used in an accident investigation at Wiley Post Airport. **Human-Wildlife Conflicts**, v. 3, p. 179-185. 2008.
- GRUS, J. **Data Science do Zero**: Primeiras regras com o Python. Rio de Janeiro: Alta Books. 2016.
- FÁVERO, L. P.; BELFIORE, P. **Análise de dados**: Técnicas multivariadas exploratórias com SPSS® e Stata®. Rio de Janeiro: Campus Elsevier. 2015.
- FÁVERO, L. P.; BELFIORE, P. **Análise de Dados**: Modelagem multivariada para tomada de decisões. Rio de Janeiro: Campus Elsevier. 2009.
- HAIR J. J. et al. **Análise multivariada de dados**. 6a Ed. Porto Alegre: Bookman. 2009.
- MENDONÇA, F. A. C. SMS for bird hazard: Assessing airlines pilots perceptions. Master of Science in the Department of Aviation. University of Central Missouri. Master Thesis. 2008.
- NOVAES, W. G.; ALVAREZ, M. R. D. V. Relação entre o resíduo sólido urbano e urubus de cabeça-preta (*Coragyps atratus*): um perigo para as aeronaves no aeroporto de Ilhéus (SBIL). **Revista Conexão SIPAER**, v. 5, n. 1, p. 22-29, 2014. Disponível em: <<http://conexaosipaer.cenipa.gov.br/index.php/sipaer/article/view/256>>. Acesso em: 14 jun. 2017.
- NTAMPAKIS, D.; BIERMANN, T. Applying SMS and sustainability principles to airport wildlife hazard management. **Revista Conexão SIPAER**, v. 5, n. 1, p. 8-21, 2014. Disponível em: <<http://conexaosipaer.cenipa.gov.br/index.php/sipaer/article/.../255/278>>. Acesso em: 14 jun. 2017.
- PAMPLONA, V. M. S. et al. Análise de Correspondência dos crimes na região metropolitana de Belém (RMB) no 1º semestre de 2006. In: Simpósio de Pesquisa Operacional da Marinha do Brasil. **Anais...** Rio de Janeiro, 2007.
- PATRICK, K.; SHAW, P. Bird strike hazard management programs at airports: what Works? In: 5º Simpósio de Segurança de Voo do Instituto de Pesquisas e Ensaio em Voo. **Anais...** São José dos Campos, São Paulo, Brasil, 2012.

A Implantação de Standard Operating Procedures como Instrumento Gerencial da Segurança Operacional de Empresas Aeroagrícolas

Vivian Tosin Vaz¹

1 Possui Bacharelado em Ciências Aeronáuticas e Especialização em Gerenciamento de Empresa Aérea e de Manutenção, ambas pela Universidade Tuiuti do Paraná. Habilitada como Piloto Comercial Multimotor e Instrutora de Voo. É Elemento Certificado em Prevenção de Acidentes Aeronáuticos pelo CENIPA.

RESUMO: O objetivo deste trabalho é explicitar a necessidade de padronização dos procedimentos operacionais, bem como sua redação e publicação no formato de SOPs pelas empresas aeroagrícolas. O estudo surgiu da percepção da importância de tais publicações como ferramenta auxiliar de gerenciamento dos riscos inerentes à atividade; levando-se em consideração o fato de o Brasil possuir uma das maiores frotas de aeronaves pulverizadoras, tendendo ao crescimento com a consolidação do país como um dos líderes agrícolas mundiais. A pesquisa bibliográfica norteará o trabalho para, em um primeiro momento, a fundamentação teórica de conceitos como Gerenciamento do Risco na Era Organizacional, Trinômio Homem-Meio-Máquina, bem como sua evolução para o Modelo 5M. No decorrer, apresenta os três principais fatores contribuintes dos acidentes envolvendo aeronaves agrícolas, segundo a FCA 58-1 de 2013, relacionados ao Fator Operacional e, baseado nestes, cita tópicos vistos como importantes a serem abordados nos SOPs destas empresas. Demonstra o SOP como sendo uma ferramenta que prima tanto pela eficácia e eficiência gerencial e operacional quanto pela redução dos acidentes e incidentes e, por fim, faz uma breve conceituação sobre Reações às Mudanças.

Palavras Chave: SOP. *Standard Operating Procedure*. Aeroagrícola. Segurança Operacional.

The Standard Operating Procedures Implantation as a Management Tool for Agricultural Aviation Companies Operational Safety

ABSTRACT: The objective of this work is to explain the need for operational procedures standardization as well as its writing and publication in SOPs format for Agricultural Aviation companies. The study arose from the perception of the importance of this kind of publication as an auxiliary management tool of the risks inherent in this activity, once that Brazil has one of the largest spray aircrafts fleet, tending to increase with its consolidation as one of the world agricultural leader. The bibliographical research will be the methodology that will guide the work for, in a first moment, the theoretical foundation of concepts such as Risk Management in the Organizational Era, The Man-Medium-Machine Trinomics as well as its evolution to the 5M Model. This work also presents the three main contributing factors of accidents involving agricultural aircraft, according to the FCA 58-1/2013, related to the Operational Factor and, based on it, cites topics seen as important to be addressed in the SOPs of these companies. It demonstrates the SOP as a tool that prizes both for managerial and operational effectiveness and efficiency, and for reducing accidents and incidents, and finally gives a brief conceptualization of Reaction to Change.

Key words: SOP. *Standard Operating Procedure*. Agricultural Aviation. Operational Safety.

Citação: Vaz, VT. (2017) A Implantação de Standard Operating Procedures como Instrumento Gerencial da Segurança Operacional de Empresas Aeroagrícolas. *Revista Conexão Sipaer*, Vol. 8, No. 3, pp. 66-72..

1 INTRODUÇÃO

Segundo análises da *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO) o Brasil se consolidará, até o final de 2017, como o maior produtor agrícola mundial de oleaginosas, açúcar e etanol (OECD/FAO, 2015). A atividade aeroagrícola é, no contexto tecnológico, fundamental para a manutenção e fomento deste cenário de supersafras e, de acordo com Carvalho (2005 apud SIMÃO, 2010), “sem o uso da aplicação de agroquímicos na agricultura, a produção de alimentos no mundo sofreria redução de 40% a 45% e o custo da alimentação seria acrescido de 50% a 75%”.

As boas perspectivas para o setor agrícola nacional trarão consigo um aumento na demanda pela atividade de pulverização aérea. Portanto, faz-se necessário o aprimoramento contínuo pelas empresas aeroagrícolas de suas políticas de segurança operacional; colaborando assim, para que os índices de acidentes no setor não acompanhem tal crescimento.

Na maioria das atividades onde o homem seja peça executora de alguma operação complexa, como medicina, indústria química, centrais nucleares, plataformas de petróleo e até mesmo entre militares, utiliza-se os chamados *Standard Operating Procedures* (SOP) como ferramenta de gerenciamento da segurança pela padronização detalhada de ações e disseminação de informações essenciais.

Um SOP é um conjunto de instruções escritas que documenta uma rotina ou atividade repetitiva seguida por uma organização. A confecção e uso de SOPs fazem parte de um sistema de qualidade de sucesso uma vez que os SOPs provêm aos indivíduos informações para a correta execução de um trabalho, facilitam a consistência na qualidade e integridade de um produto ou resultado final, indicam a observância às requisições organizacionais e governamentais além de serem usados como parte do programa de treinamento de pessoal. (EPA, 2007, p.6).

Amplamente utilizados na aviação comercial, taxis aéreos e também em voos de instrução, os SOPs, infelizmente, parecem ter sido deixados em segundo plano na aviação agrícola. Tanto o Regulamento Brasileiro de Aviação Civil 135 (RBAC 135), que trata das operações complementares e por demanda, quanto o RBAC 121, referente às operações domésticas, de bandeira e suplementares, possuem explícito em seus textos a obrigatoriedade da constatação de um SOP como conteúdo do sistema de manuais a serem submetidos à ANAC para apreciação, como pré-requisito para a certificação. (ANAC, 2015b) (ANAC, 2015c)

Entretanto, apesar de o RBAC 137, que rege a certificação e requisitos operacionais de aeroagrícolas, fazer inúmeros requerimentos referentes ao Gerenciamento da Segurança Operacional como requisito para a certificação das mesmas, em momento algum menciona a obrigatoriedade da publicação de SOP (ANAC, 2015d).

A transmissão de informações por via empírica entre os operadores da aviação agrícola não poderá nunca ser anulada. Todavia, devido à complexidade desta atividade, julga-se essencial a confecção, divulgação e utilização de SOPs como documentos operacionais formais; contendo a padronização da operação de voo consoante ao fabricante da aeronave e adequado à realidade e necessidades da empresa. Algo concreto e prático, voltado para os pilotos e pessoal de auxílio em solo, mas também servindo como um guia para as esferas gerenciais.

2 METODOLOGIA

Este trabalho teve, em um primeiro momento, a pesquisa bibliográfica como base para a fundamentação dos argumentos do mesmo. Apoiou-se nos conceitos de Gerenciamento do Risco, Teoria das Causas Múltiplas de Reason, Fatores Contribuintes, Tripé da Segurança Operacional, Cultura Organizacional, Reações às Mudanças, modelos teóricos de gerenciamento do risco como o modelo SHELL, Reason e seus derivados e na conceituação de SOP proposto pela *United States Environmental Protection Agency*. Em um segundo momento, utilizou-se de pesquisa documental baseada principalmente na análise de Relatórios Finais e DIVOPs confeccionados pelo CENIPA; estatísticas apresentadas pelo website AGRONAUTAS, diversas publicações oficiais da ANAC bem como em SOPs publicados por empresas aéreas e escolas de aviação.

3 GERENCIAMENTO DO RISCO E SUA EVOLUÇÃO PARA O ENFOQUE ORGANIZACIONAL

Conforme a Norma do Sistema do Comando da Aeronáutica 3-3 (NSCA 3-3 2013) Segurança Operacional é “o estado no qual os riscos associados às atividades da aviação, relativas ou em apoio direto à operação de aeronaves, são reduzidos e controlados em um nível aceitável.”

Em 1931, Herbert William Heinrich idealizou uma teoria onde os acidentes industriais eram resultado de uma sequência de eventos, como uma sequência de quedas de dominós. Para se evitar a queda do último dominó, que representava a consumação do acidente, bastava-se tirar uma das peças, que representavam as condições ou ações inseguras (HEINRICH, 1931 apud PRADO; JASPER, 2014). Esta teoria foi seguida, no meio aeronáutico, até o começo da década de 70, fazendo com que as organizações se limitassem a identificar ações ou condições inseguras como forma principal de prevenção de acidentes.

Os riscos sempre se farão presentes e se mostram hoje de forma menos explícita, uma vez que estão menos ligados à operação da aeronave e a manutenção e mais atrelados a um contexto organizacional.

Hoje, sabe-se que a Teoria do Dominó de Heinrich não atende todas as necessidades do gerenciamento para a prevenção. Vários são os fatores contribuintes por trás de um acidente, sendo a combinação aleatória de condições latentes e falhas ativas a responsável pelas ocorrências.

Descrita como Teoria das Causas Múltiplas de James Reason, esta defende que quando as condições latentes (falhas nas decisões gerenciais) e falhas ativas (ações de quem está em contato direto com o sistema) ultrapassam as barreiras de segurança, e se alinham, resultam na ocorrência (REASON, 1997 apud FAJER, 2009). Reason defende que a organização influencia no acidente e enfatiza que a efetividade da prevenção está atrelada a uma cultura de segurança e ao gerenciamento dos riscos (REASON, 1997 apud PRADO; JASPER, 2014).

A partir da década de 90 entendeu-se que, uma vez que as ações do ser humano não são isoladas, mas estão sempre dentro de algum contexto, o foco das investigações dos acidentes deveria passar a ser organizacional (ICAO, 2009 apud FAJER, 2009). Anteriormente, os estudos de segurança de voo baseavam-se em dados coletados após os acidentes ou incidentes, gerando medidas meramente reativas. Na Era Organizacional a perspectiva passou a ser proativa, com o monitoramento constante dos níveis de segurança e o gerenciamento dos riscos (ICAO, 2013 apud PRADO, JASPER, 2014).

Assim, derivados do Modelo de Reason, surgiram novos modelos de análise e gerenciamento da segurança, focados em identificar os precursores ambientais, contextuais e organizacionais do acidente; voltando as ações corretivas para o sistema em vez de mantê-los apenas nas pessoas (HAYWARD, 2008 et al). Destacam-se: o Systemic Occurrence Analysis Methodology (SOAM)(EUROCONTROL, 2005 apud HAYWARD, 2008 et al), o Human Factor Analysis and Classification System (HFACS)(WIEGMANN & SHAPPELL, 2003 apud HAYWARD, 2008 et al) e o modelo *Proactive Integrated Risk Assessment Technique* (PIRATE)(HAYWARD, 2008 et al).

Concomitantemente, enfatiza-se na MCA 63-15 que a organização deve “promover o desenvolvimento do comportamento que o pessoal operacional deve apresentar ao usar de forma segura e eficiente as ferramentas, bem como o conjunto de regras e procedimentos que determinam o comportamento dos trabalhadores.” (MCA 63-15, 2010, p.18)

Assim, o SOP, aliado aos modernos modelos de gerenciamento dos riscos, acaba se tornando mais uma ferramenta para a otimização da operação, dos serviços e da produção.

4 CONCEITO DE FATORES CONTRIBUINTES

Mesmo dispondo as organizações de inúmeras ferramentas para o Gerenciamento do Risco, ainda assim acidentes acontecem. Criou-se, então, em 1971, o SIPAER – Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos, com o intuito de investigação das causas dos acidentes aeronáuticos brasileiros visando à vertente preventiva em vez da punitiva. (CENIPA, 2015b).

Tendo como órgão central o CENIPA – Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos e sendo diretamente subordinado ao Comando da Aeronáutica, o SIPAER concentra seu trabalho no trinômio Homem-Meio-Máquina, o chamado Tripé da Segurança Operacional, introduzido na aviação na década de 40, por T. P. WRIGHT da Cornell University (FAJER, 2009).

No SIPAER, este inter-relacionamento do trinômio Homem-Meio-Máquina é pesquisado sob a ótica de três Fatores Contribuintes: Fator Humano, que compreende a biologia do homem, nos aspectos fisiológicos e psicológicos; Fator Material, que diz respeito praticamente à engenharia aeronáutica, nos aspectos de projeto, fabricação da aeronave, suas limitações e possíveis falhas estruturais e sistêmicas e Fator Operacional, que engloba as ações do homem no desempenho da atividade, seja como piloto, mecânico, controlador de tráfego aéreo, gestores dentre outros. (CENIPA, 2015b). E é no Fator Operacional que se incluem as ações do homem relacionadas aos procedimentos padrões de sua máquina ou de sua organização (MELLO, 2004).

Visando-se maior segurança de voo, desde os primórdios da aviação estudaram-se tais fatores contribuintes. Em um primeiro momento, e natural que assim o fosse, os esforços centravam-se no Fator Material, aprimorando-se a tecnologia e equipamentos. Posteriormente, entendeu-se que o Homem era uma peça chave e o foco passou a ser os Fatores Humanos e Operacionais. Atualmente, sabe-se da importância de se abordar o sistema como um todo e, hoje, a devida importância é dada a um quarto fator: o Organizacional (ANAC, 2015e). Assim, durante as décadas de 60 e 70, o Trinômio Homem-Meio-Máquina evoluiu para o Modelo 5M: *Men, Medium, Machine, Mission and Management* (Homem, Meio, Máquina, Missão e Gestão) usado atualmente na indústria dos transportes para investigação dos acidentes (WELL e RODRIGUES, 2003 apud FAJER, 2009). Destaca-se neste novo modelo a análise constante da influência da Gestão no que diz respeito à distribuição de recursos, desenvolvimento de programas de segurança e cultura organizacional. (WELL e RODRIGUES, 2003, apud FAJER, 2009, p.56)

5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS DOS PRINCIPAIS FATORES CONTRIBUINTES DOS ACIDENTES AEROGRÍCOL

“Estatisticamente, o maior percentual de contribuição no acidente ou incidente, encontra-se no fator operacional, com 75%; seguido pelo fator humano, com 20% e do fator material, com 5%.”(MELLO, 2004, p.27)

Segundo o Anexo E da FCA 58-1, os três principais fatores contribuintes, inerentes ao Fator Operacional, dos acidentes envolvendo exclusivamente aeronaves agrícolas, são Julgamento de pilotagem, Planejamento de Voo e a Supervisão Gerencial:



Figura 1 - Fatores contribuinte dos acidentes com aeronaves de matrícula nacional – 2003 a 2012. Fonte: BRASIL (2013, Anexo E).

Conforme análise dos Relatórios Finais de acidentes e incidentes com aviões agrícolas, disponibilizados pelo CENIPA, (2015a), dentre as ações recorrentes inerentes ao Julgamento de pilotagem destacam-se: o não cumprimento de check-lists e a não observação às instruções contidas no Manual de Operação da aeronave e/ou no *Pilot Operating Handbook*, no que diz respeito principalmente à análise dos gráficos de desempenho de decolagem, procedimentos de falha de motor, pouso de emergência, alijamento de carga e configuração dos comandos de voo para determinadas fases da operação.

No que diz respeito ao Planejamento de voo, destacam-se: a avaliação subestimada das condições meteorológicas, desleixo ou ausência da inspeção externa pré-voo, o não reconhecimento prévio da área a ser pulverizada e o cálculo errôneo de peso e balanceamento, resultando em sobrecarga no Hopper ou quantidade inadequada de combustível (CENIPA, 2015a).

A Supervisão gerencial falhou constantemente nas seguintes ações: não destacamento de equipe de apoio para os pilotos, deixar que a pressão dos clientes influenciasse a escala de voo e os procedimentos, não acompanhamento dos serviços técnicos de manutenção, armazenamento, transporte e reabastecimento de combustível, ausência de processos de avaliação e acompanhamento técnico e também psicológico dos pilotos e a não avaliação previa dos riscos operacionais existentes em cada lavoura (CENIPA, 2015a).

Baseado na conceituação da MCA 3-6 (2011) sobre tais fatores contribuintes entende-se que formam um ciclo vicioso: o Julgamento de pilotagem errôneo e o mau Planejamento de voo podem ser resultado da falta de padronização operacional e da ciência por parte dos pilotos de que, na maioria das vezes, não haverá cobrança ou supervisão, cabendo-lhes operar da forma que lhes convém. Assim, a Supervisão gerencial inadequada, é uma das causas dos fatores contribuintes supracitados, mas também é refém da sua própria falta de cultura de padronização. Uma vez que se torna difícil saber o que e como supervisionar algo não padronizado ou regulamentado.

O Folheto do Comando da Aeronáutica 58-1 (FCA 58-1) em seu Capítulo 2 estabelece ações recomendadas por segmentos da aviação, baseadas em dados estatísticos de ocorrências. Para a aviação agrícola, tais recomendações resumem-se no aperfeiçoamento da supervisão, “visando orientar os pilotos no tocante ao cumprimento dos procedimentos padronizados e em relação à tomada de decisão”; aperfeiçoamento do planejamento de voo, principalmente no conhecimento prévio da área a ser sobrevoada; aperfeiçoamento do programa de treinamento dos pilotos, “com a finalidade de fornecer informações que permitam julgamento e tomada de decisão adequada”, bem como a atuação na cultura organizacional, valorizando a padronização de procedimentos. (FCA 58-1, 2013, P.11).

6 TÓPICOS IMPORTANTES PARA SOPs DE EMPRESAS AEROAGRÍCOLAS

O SOP deve ser um manual independente, separado dos outros manuais (ANAC, 2015f). A ANAC disponibiliza a Instrução Suplementar nº 119-003, onde detalha procedimentos para elaboração e utilização de SOPs pelas empresas aéreas.

Importante ressaltar que os executores do procedimento e conhecedores da estrutura interna da organização devem integrar a equipe de elaboração do SOP, uma vez que são estes que vivenciam a realidade operacional do processo, podendo apontar suas características e deficiências (EPA, 2007).

Não existe um formato correto único de SOP, devendo este adequar-se à realidade de cada organização. No Apêndice A apresenta-se um modelo genérico em formato de tópicos, (EPA, 2007)(GOUREVITCH, 2008 apud MARTINS, 2012) norteados pela análise dos principais fatores contribuintes apresentados no capítulo 5 do presente trabalho.

Desta forma, os três fatores contribuintes mais recorrentes nos acidentes aeroagrícolas podem ser gerenciados através da implantação de um SOP baseado no supracitado modelo, uma vez que este foca nas ações recomendadas da FCA 58-1 para com as ocorrências no setor. O deficiente Julgamento de Pilotagem, que engloba desvios e erros na operação da aeronave, inobservância a checklists e aos manuais do fabricante, dentre outros, é controlado pela observância ao disposto nos capítulos 2, 3 e 5 do modelo proposto. O deficiente Planejamento de Voo, relacionado à análise meteorológica, inspeção pré-voo, peso e balanceamento, abastecimento, reconhecimento da área a ser voada, etc, é gerenciado pelos capítulos 4, 6 e Anexos. E, por fim, a deficiente Supervisão Gerencial é corrigida com a elaboração do SOP em si, e na vivência do conteúdo dos capítulos 1, 6 e também no Anexo.

Faz-se necessária a atualização constante, tanto nos níveis gerenciais quanto operacionais, uma vez que os fatores ambientais, organizacionais e regulatórios estão em perpétua mutação. Assim, vê-se que o SOP deve ser uma publicação dinâmica, onde, à medida que evolui, transforma consigo a cultura organizacional da empresa, agregando a esta, confiabilidade e excelência e assim perpetuando-a no mercado.

7 REAÇÕES AS MUDANÇAS

Apesar da aderência ao SOP influenciar profundamente na segurança operacional, muitos ainda resistem a sua implantação ou deste desviam, seja intencionalmente ou inadvertidamente. Segundo estudos da Flight Safety Foundation, as causas de resistência aos mesmos são inúmeras, indo desde uma cultura organizacional onde os próprios dirigentes não se mostram comprometidos com a padronização, inclui sobrecarga de trabalho, excesso de confiança e até o não entendimento, por parte do pessoal operacional, da padronização proposta (ADHERENCE...,2010).

“Qualquer transformação de natureza estrutural, estratégica, cultural, tecnológica, humana ou de qualquer outro componente, capaz de gerar impacto em partes ou no conjunto da organização” caracteriza uma Mudança Organizacional (WOOD JR, 2009 apud CANÇADO e SANTOS, 2014) e, conforme Ribeiro (2005), os principais comportamentos frente a tais mudanças são: aceitação, indiferença e resistência; onde a personalidade do indivíduo, a natureza da mudança e as forças advindas do grupo e da organização são fortes influências na forma de comportamento escolhida.

A motivação para a aceitação ao uso de SOPs pelos trabalhadores está, segundo ADLER (1993 apud TREVILLE, 2005), ligada à possibilidade dos mesmos em participarem da confecção desta publicação. Na concepção Taylorista, a documentação formal dos procedimentos operacionais deveria ser concebida exclusivamente pelos gerentes, uma vez que, para Taylor, “os trabalhadores eram incapazes de formular procedimentos eficientes.” Atualmente o modo como os SOPs são desenvolvidos e utilizados mudou completamente, entendendo-se que os trabalhadores devem participar ativamente da confecção e melhoramento do mesmo (ADLER, 1993, TAYLOR, 1911 apud TREVILLE, 2005).

Além disso, para se conseguir uma real aceitação e conseqüente colaboração, é necessário “atuar sobre as causas da resistência”, devendo-se atentar para a forma como a mudança foi apresentada. A promoção de um ambiente de trabalho propício e a assertiva exposição da nova idéia, com suas vantagens e necessidade, são fundamentais para se minimizar comportamentos de resistência. Pode-se também, “identificar as lideranças informais e formais que existem nos grupos de trabalho e procurar obter o apoio comportamental deles” [...] fazendo assim, com que as outras pessoas comecem a se comportar tal qual o líder a quem respeitam (RIBEIRO, 2005). Promove-se, assim, a expansão da cultura de padronização organizacional e o gerenciamento dos fatores de fuga ou resistência ao SOP, advindos, primordialmente, do não entendimento de seus valores agregados.

8 CONCLUSÃO

Objetivou-se no presente trabalho, além de expor aos operadores aeroagrícolas a importância da publicação de SOPs, definir os principais fatores contribuintes dos acidentes envolvendo os mesmos. Constatou-se que, mesmo com os avanços tecnológicos disponíveis ao setor, as ocorrências da última década continuam originadas pelos mesmos três fatores contribuintes. Mesmo que o Planejamento de Voo, o Julgamento de Pilotagem e a Supervisão Gerencial sejam classificados nos Relatórios Finais do CENIPA como inerentes ao Fator Operacional, viu-se que a abordagem atual nos estudos investigativos dos acidentes dá-se englobando também o Fator Organizacional.

Assim, utilizou-se os resultados estatísticos de acidentes no setor, juntamente com as ações recomendadas na FCA 58-1 para a citação dos tópicos que se mostraram importantes a serem abordados quando da confecção de SOPs personalizados a este ramo da aviação.

Embora o modelo de SOP apresentado tenha sido elaborado apenas em forma de tópicos, uma vez que o objetivo primordial foi demonstrar os valores agregados e a importância da confecção e implantação do mesmo, pode-se utilizar tal modelo como base para trabalhos futuros que visem à redação integral de SOPs voltados às empresas aeroagrícolas; sendo interessante também, a confecção conjunta de um relato de implantação e aceitação do mesmo.

A pura e simples adequação às normas é, na maioria das vezes, insuficiente para garantir que a organização tenha uma segurança operacional condizente com sua realidade, sendo que a voluntária adesão ao SOP, pelas empresas aeroagrícolas, não deve ser desestimulada pela falta de imposição na regulamentação atual. O SOP bem elaborado, aliado ao já obrigatório Manual de Gerenciamento da Segurança Operacional (MGSO) e a utilização dos diversos modelos de análise de segurança para o Gerenciamento do Risco, alavancam a segurança operacional ao passo que promovem o melhoramento contínuo, agindo desta forma, também no marketing empresarial.

Porém, para sua efetiva implantação, faz-se necessário o total comprometimento dos gestores e dirigentes, para que se instale uma sólida cultura organizacional voltada para a segurança em todos os setores da empresa; o que acarretará também na diminuição dos custos, aumento da eficiência e sustentabilidade, culminando na consolidação e competitividade da mesma neste potencial e crescente mercado.

AGRADECIMENTOS

Aos docentes da Universidade Tuiuti do Paraná pelas aulas apaixonadamente ministradas. Agradecimento especial ao Professor Maurício Lorenzini Coelho pela atenção despendida e orientação, fundamentais para a conclusão do presente trabalho. A Agência Nacional de Aviação Civil pelo reconhecimento.

REFERÊNCIAS

- ADHERENCE to SOPs. **SKYbrary**, 2010. Disponível em: <[http://www.skybrary.aero/index.php/Adherence_to_SOPs_\(OGHFA_BN\)](http://www.skybrary.aero/index.php/Adherence_to_SOPs_(OGHFA_BN))> Acesso em: 08 dez 2015.
- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL(b). **Regulamento Brasileiro da Aviação Civil nº121**: Requisitos Operacionais: Operações Domésticas, de Bandeira e Suplementares. Brasília, 2015. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/transparencia/pdf/RBAC%20121.pdf>> Acesso em 16 nov. 2015

- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL(c). **Regulamento Brasileiro da Aviação Civil nº135**: Requisitos Operacionais: Operações Complementares e por Demanda. Brasília, 2015. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/transparencia/pdf/bps33s/RBAC%20135.pdf>> Acesso em 16 nov. 2015
- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL(d). **Regulamento Brasileiro da Aviação Civil nº137**: Certificação e Requisitos Operacionais: Operações Aeroagrícolas. Brasília, 2015. Disponível em: <http://www2.anac.gov.br/transparencia/audiencia/audiencia06_2011/5%20-%20RBAC%20137%20-%20Anexo.pdf> Acesso em 16 nov. 2015.
- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL(e). A segurança de voo no sistema de aviação civil. Brasília, 2015. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/segVoo/historico.asp>> Acesso em 08 dez 2015.
- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL(f). **IS 119-003**: Procedimentos para elaboração e utilização de Manual de Procedimentos Operacionais Padronizados (SOP). Brasília, 2015. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/biblioteca/IS/2013/IS119-003A.pdf>> Acesso em: 08 dez 2015.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **NSCA 3 -3**: Gestão da segurança de voo na aviação brasileira. 2013.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **MCA 63-15**: Manual de fatores humanos no gerenciamento da segurança operacional no SISCEAB. 2012.
- BRASIL(a). Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **Relatórios Finais**. Brasília, 2015. Disponível em: <<http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/paginas/relatorios/relatorios>> Acesso em: 21 ago. 2015. Relatórios técnicos.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **MCA 3 – 6**: Manual de Investigação do SIPAER. 2011.
- BRASIL(b). Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **História do CENIPA**. Brasília, 2015. Disponível em: <<http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/index.php/o-cenipa/historico>> Acesso em: 21 ago. 2015.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **FCA 58-1**: Panorama Estatístico da Aviação Civil Brasileira. Brasília, 2013.
- CANÇADO, V. L.; SANTOS, T. M. C. Reação à Mudança Organizacional: A Implantação do LeanThinking na Empresa Beta. **Revista Gestão & Tecnologia**, v. 14, n. 1, p. 100-125, 2014.
- FAJER, M. **Sistemas de investigação dos acidentes aeronáuticos da aviação geral**: uma análise comparativa. 149 p. Dissertação de Mestrado em Saúde Pública-Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-14012010-095713/.php>> Acesso em: 22 nov 2015.
- HAYWARD, B.; LOWE, A.; BRANFORD, K. Creating Safer Systems: Proactive Integrated Risk Assessment Technique. In: Conference of the European Association for Aviation Psychology, **Anais...** 2008.
- MARTINS, R. Procedimento Operacional Padrão (POP). **Blog da Qualidade**, 2012. Disponível em: <<http://www.blogdaqualidade.com.br/procedimento-operacional-padrao-pop/>> Acesso em: 09 dez 2015.
- MELLO, G. T. C. **Sugestão de critérios para o controle no sistema de gestão da segurança de voo**. 167 p. Dissertação de Mestrado – UFF Universidade Federal Fluminense. 2004. Disponível em: <http://www.bdt.dndc.uff.br/tde_arquivos/14/TDE-2011-07-27T135854Z-3025/Publico/Dissertacao%20%20Gustavo%20Mello.pdf> Acesso em: 22 nov. 2015.
- OECD/FAO.OECD-FAO Agricultural Outlook 2015. Capítulo 2. **Agricultura Brasileira**: Perspectivas e Desafios. Paris: FAO Publishing, 2015. Disponível em <<https://www.fao.org.br/download/PA20142015CB.pdf>> Acesso em: 22 ago. 2015.
- PRADO A. S.; JASPER F. N. H. A evolução de paradigmas nas investigações de ocorrências aeronáuticas. In: ENCONTRO PEDAGÓGICO DE ENSINO SUPERIOR MILITAR. 4., 2014. Pirassununga-São Paulo. **Anais eletrônicos...**Pirassununga: CPORAER-SJ, 2014. Disponível em: <<http://epesm.afa.fab.mil.br/index.php/anais/category/7-cporaer-sj>> Acesso em 21 nov. 2015.
- RIBEIRO, S. L. O. **Reações às mudanças na segurança de voo**. CENIPA. Brasília, 2005.
- SIMÃO, A. C. Acidentes nas Operações Aeroagrícolas: análise do Fator Humano. **Revista Conexão SIPAER**, v. 1, n. 3, p. 130-148, 2010.
- TREVILLE, S.; ANTONAKIS, J.; EDELSON, N. Can Standard Operating Procedures be motivating? Reconciling Process Variability Issues and Behavioural Outcomes. **Total Quality Management**. v.16, n.2, p. 231-241, 2005. Disponível em: <<http://www.hec.unil.ch/jantonakis/SOP%20motivation.pdf>> Acesso em: 09 dez 2015.
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – EPA. **Guidance for Preparing Standard Operating Procedures (SOPs)**. Washington, 2007. Disponível em: <<http://www.epa.gov/QUALITY/qs-docs/g6-final.pdf>> Acesso em: 22 ago. 2015..

APÊNDICE A – Modelo de *Standard Operational Procedures* (SOP) para empresas aeroagrícolas.

- CAPA:
 - Página inicial: deve conter o título, à qual modelo de aeronave é pertinente, data da última revisão, e assinaturas dos responsáveis pela elaboração, revisão e aprovação.
- CAPÍTULO 1: GERAL
 - Pequena introdução sobre o conteúdo do SOP, a quem se destina e sua importância, objetivo e obrigatoriedade de cumprimento. Pode-se incluir também os valores e objetivos da empresa e as formas de monitoramento e supervisão adotadas pela organização.
 - É importante que contenha uma página com a tabela de controle de revisões, na qual se possam identificar rapidamente as versões emitidas do SOP, suas respectivas datas e um sumário dos itens que sofreram alteração, bem como um fluxograma do processo de revisão.
 - Referência de documentos utilizados (manuais, normas, regulamentos, resoluções, padrões internacionais, dentre outros)
 - Lista de siglas utilizadas e definição de termos.
 - Idioma
- CAPÍTULO 2: LIMITAÇÕES
 - Introdução enfatizando a obrigatoriedade do conhecimento e cumprimento das limitações deste capítulo para a operação segura e legal da aeronave.
 - Limitações da aeronave impostas pelo fabricante e limitações da empresa, estas últimas podendo ser mais restritivas do que as impostas pelo fabricante, jamais menos.
- CAPÍTULO 3: PROCEDIMENTOS NORMAIS
 - *Normal Checklists*
 - Filosofias Operacionais: a disciplina requerida para o voo, tanto sobre a área de aplicação quanto em operações de traslado, e para o uso das tecnologias específicas embarcadas, apresentados em sua sequência operacional. Pode-se abordar: método de inspeção pré-voo externa e interna, mínimos operacionais, velocidades operacionais, acionamento, cuidados durante o taxi, perfis de decolagem, subida, arremetida, aproximações, circuito de tráfego visual e pouso, uso do ar condicionado, utilização das luzes externas, método de *crossfeed* de combustível, uso da bomba elétrica, uso do sistema DGPS e GPS de navegação, execução de manobras como balões e tiros, e congêneres.
- CAPÍTULO 4: PROCEDIMENTOS ADICIONAIS
 - Descrição dos procedimentos comuns à operação agrícola e procedimentos não rotineiros. Ex: deveres e responsabilidades durante o procedimento de carregamento do *Hopper* e abastecimento, cuidados durante operação em pistas estreitas e contaminadas, reconhecimento e manobra evasiva em caso de *windshear*, e similares.
- CAPÍTULO 5: PROCEDIMENTOS NÃO NORMAIS E DE EMERGÊNCIA
 - *Emergency Checklists*
 - Descrição dos procedimentos de abortagem de decolagem, alijamento, fogo e falha do motor, recuperação de estol, evacuação da aeronave, e outros.
- CAPÍTULO 6: PRINCIPAIS FAZENDAS
 - Descrição e foto aéreas dos aeródromos ou área de pouso de uso aeroagrícola das principais fazendas atendidas pela empresa, com suas peculiaridades operacionais, enfatizando os riscos existentes como perigo aviário, redes de alta tensão, construções nos arredores, e similares.
- ANEXOS
 - Pode-se incluir como anexos, informações pertinentes que agreguem consciência de segurança como: o uso de EPIs; cuidados no manejo de químicos e FOD.

Risk of Fauna in Brazilian Aviation: Application of Correspondence Analysis to Analyze the Relationship Between Flight Phase and Report Type

Luis Carlos Batista Santos¹

Cleibson Almeida²

Jorge Luiz Farias³

Carla Susete Gonçalves Francisco⁴

Beatriz Macedo Coimbra dos Santos⁵

1 Pós-graduado em Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade Continuada, Estatístico, Suboficial, Especialista em Controle de Tráfego Aéreo, da Força Aérea Brasileira. E-mail: luiscarloslcb@fab.mil.br.

2 Doutorando(a) em Matemática Aplicada e Modelação na Universidade Aberta de Portugal, Lisboa.

3 Estatístico, Suboficial, Especialista em Comunicação Aeronáutica, da Força Aérea Brasileira.

4 Phd student, researcher, Quebec city, Canada.

5 Graduanda em Matemática Aplicada na Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro.

ABSTRACT: This work presents an application of the statistical technique of Simple Correspondence Analysis to understand the interrelationship of variables and interpret the results analytically for events reports of interest with Fauna in Brazil and the different phases of flight involving the positioning of the aircraft when they are in the same physical space with the fauna. The data used were collected in the Bird Risk Management System (SIGRA), also known as Cenipa 15 (FC15). A total of 13,437 events, dated between January 2011 and December 2016, were considered and R *software* was used for the correspondence analysis. The results showed that there is an interrelationship between event type and flight phase.

KEYWORDS: Fauna Risk, Flight safety, Simple Correspondence Analysis.

Quote: Santos, LCB, Almeida, C, Farias, JL, Francisco, CSG, Santos, BMC. (2017) Fauna Risk in Brazilian Aviation: Application of Correspondence Analysis to analyze the relationship between Flight Phase and Report Type. *Revista Conexão Sipaer*, Vol. 8, No. 3, pp. 73-80.

1 INTRODUCTION

In the airport area, aircraft and birds compete for physical space at all times and this dispute can cause incidents, serious incidents and aeronautical accidents (MENDONÇA, 2008).

Therefore, in Brasil, the Center for Research and Prevention of Aeronautical Accidents (CENIPA) has a tool for collecting data on events involving aviation and fauna, known as the Cenipa File 15 - FC15 (SIGRA, 2017).

This form is based on an electronic form made available on the internet through the SIGRA (Avian Risk Management System) and the data collected are used to prepare reports for the prevention of aeronautical accidents, as well as the mitigation of the fauna risk in Brazilian aviation. These reports are seen as proactive and predictive forms of prevention within the context of flight safety, as well as, being guides measures for making decisions to avoid future aviation accidents. An example of a report, is the annual Fauna Risk Yearbook, prepared by CENIPA.

According to the Fauna Risk Yearbook 2015, CENIPA file 15 (FC15) is essential for guiding wildlife control measures through information collected through an appropriate form (Oliveira, 2016 and CENIPA, 2017).

Since its implementation in 2011, SIGRA has been collecting information on events of interest to aviation fauna and currently has more than 27,000 records (SIGRA, 2017).

However, it does not make sense to just collect this data. It is necessary to explore in order to try to understand the relationships between variables, to search for trends, to develop facilities in the visualization of information and to make comparisons with already known standards in flight safety. This context is called Data Science (DAVENPORT, 2014, GRUS, 2016).

Considering the above, this work aims to explore from the point of view of data science, through the application of correspondence analysis and the information on aeronautical events collected by the SIGRA System, to reach for a better understanding of the relationship between variables Flight Phase and Report Type. It is expected that a better understanding of this relationship contributes to the improvement of flight safety in the Brazilian aviation.

2 LITERATURE REVISION

2.1 CORRESPONDENCE ANALYSIS

One of the most cited works in the Brazilian literature, on the statistical method of correspondence analysis, was developed by Carvalho and Struchiner (1992). In their research, the authors identified the need to simultaneously study the relationships between a set of variables and for that they applied the correspondence analysis to evaluate the vaccination services of the

National Immunization Program (PNI) in Brasil. After the technical details about the method used, the authors concluded that this type of approach, allows to maximize the understanding, of the relationship between variables and also avoids misinterpretations from empiricism and simpler statistical methods.

Pamplona *et al.* (2007), adopted the correspondence analysis to study the crimes recorded in the metropolitan region of Belém, (Brasi), in 2006. The main result obtained by the researchers was a better understanding about the relationship of the variables, for example, the municipality association of "Belém" with the "crimes against the person" and that city of "Ananindeua" had relation with "crimes against the patrimony". Therefore, it is possible to observe that the correspondence analysis served to study the relationship between the variables "local" and "type of crime" at the level of their categories.

In the master's thesis, defended by Cabrita (2012), the theoretical development on correspondence analysis was presented in Portuguese. Therefore, all the details about the contingency table, initial data matrix, masses, row and column profiles, profile cloud, centroid, distance, inertia and the algorithm of the method were presented. In the conclusions, the author emphasizes that the Correspondence Analysis is a useful technique to make available the association between qualitative (categorical) variables.

In more recent works, such as Oliveira (2015), Camelo *et al.* (2016) and Pereira *et al.* (2016), the correspondence analysis was used to analyze the efficiency in public purchases, to classify the wind speed in the Brazilian northeast and to analyze the primary health services offered to alcohol users in Brasil. These three papers show the scope for applying correspondence analysis, as well as being good examples to illustrate the current interest of researchers in different areas of knowledge in the application of this statistical method.

Thus, with the referential presented it is possible to perceive that the use of correspondence analysis is not recent and has been used in several areas in order to understand the relationship between qualitative (categorical) variables.

An important theoretical question on the subject is that the relationship between variables in the correspondence analysis is deeper than in the correlation analysis. While the first one allows to understand the relationship between the different categories of the variables studied, the second allows only to measure the relationship between the variables, without deepening the relations between the items (categories) that make up the variables (HAIR *et al.*, 2009).

2.2 AVIATION AND FAUNA

In Brasil, events involving aircraft and wildlife are not rare. Only in 2016 there were 6,023 events, considering collisions, near collisions and sighting of fauna (SIGRA, 2017).

These events are reported from different sources, such as aircraft pilots, air traffic controllers, aerodrome managers, or anyone else who views a wildlife hazard scenario.

According to Li & Li (2010) and Varga *et al.* (2014), events involving aircraft and wildlife can be divided into "birdstrike" and "wildlife strike". While the first refers to events with birds, the second covers events with the other species of fauna.

Although the behavioral fauna factor and the operational factor of the aircraft are almost always present in events of this nature, the main focus of this area of study is the aerodrome infrastructure characteristics (ABREU *ET AL.*, 2017).

According to Abreu *et al.* (2017), the airport areas have the elements that attract the animals to the proximity of the aeronautical operations, such as food, shelter and water.

Therefore, this is the main context on the risk of fauna for aviation and the academic papers dealing with this subject are focused on the following interests:

- a) In the relation between species of fauna involved and place of the aeronautical event (usually aerodromes). For example, Novaes and Alvarez (2014), present the relationship between urban solid waste near an aerodrome with the black-headed vultures in the city of Ilhéus, Brasil.
- b) In the identification of species that affect the aerial operation. For example, in the work of Dove *et al.* Forensic techniques are presented for identification of birds during the accident investigation.
- c) In the search for models for aerodrome risk management. For example, Patrick and Shaw (2012) present a collection of model characteristics for managing aerodrome hazards and analyze their effectiveness. There is also the work of Ntampakis and Biermann (2014), who propose the SMS (Safety Management System) as a suitable model for managing the risk of fauna at aerodromes.
- d) In the development of techniques to mitigate the risk of fauna in aviation. For example, Abreu *et al.* (2017) address risk mitigation through the management of wildlife species that inhabit the airport environment. In order to do so, the authors applied different heights of grass cuttings at an aerodrome with the expectation of discouraging the interest of the birds in that environment and then comparing the effects of each type of cut on the attractiveness of the fauna.

Therefore, it can be seen in the literature consulted that the greatest interest of the academic works in this area are aimed at the identification of species and the mitigation of the fauna risk at aerodromes.

3 **METHODOLOGY**

From the entire data context in the SIGRA system, this study focuses on two variables: a) type of event and b) flight phase. These variables are categorical, in the condition of nominal qualitative.

The **event type**, or report, is categorized as follows: collision, near collision, and sighting (SIGRA, 2017).

The **flight phase** is characterized as follows: parking, taxi, takeoff, climb, cruise, descent, low altitude navigation, approach and landing (SIGRA, 2017).

During the period of data collection, between 2011 and 2016, different events occurred in 324 Brazilian airfields. Considering that the number of aerodromes with events in this period is excessive and some of them had a low number of events, the Pareto principle was adopted with a focus on reducing the number of aerodromes.

Basically, the Pareto principle considers that 20% causes are responsible for 80% of the effects. Thus, the database was reduced and considered only the aerodromes (20%) more representative as the number of events involving fauna and aircraft (80%).

The application of the Pareto principle allowed to reduce the initial 324 aerodromes to 40. Thus, the 40 aerodromes that remained in the database to be analyzed represent 80% of the events in the period (Figure 1).

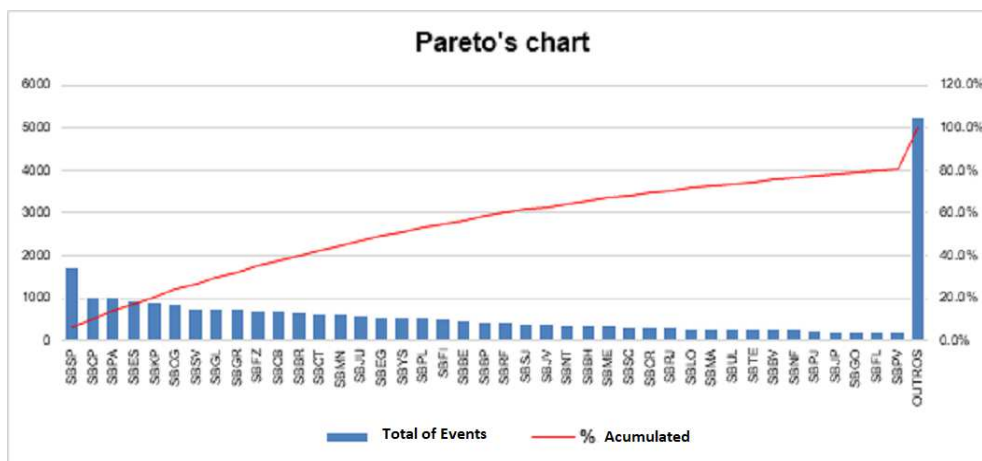


Figure 1: Distribution of events versus Pareto principle.

Table 1, shows tabulated data that was used.

	FLIGHT PHASE	REPORT TYPE			TOTAL
		COLISION	ALMOST COLISION	SIGHTING	
1	ESTA_TAX	114	44	639	797
2	TAKE OFF	2024	539	957	3520
3	CLIMB	182	178	166	526
4	CRUISE	34	133	145	312
5	DESCEND	82	79	172	333
6	NBA	71	119	139	329
7	APROXIMATION	702	1509	1877	4088
8	LAND	2514	365	653	3532
	Total	5723	2966	4748	13437

Table 1: Fauna risk events between 2011 and 2016.

The flight phase "traffic inspection / interflight" was not entered because there was no knowledge of the "place / flight phase" where the event occurred. And in case the flight phase "track review" only occurs in report type "collision and sighting", was also not considered.

3.1 ON THE APPLICATION OF THE METHOD

As the proposal of this work is in the understanding of the interrelationship of type of event with the flight phase and these two variables are nominal qualitative (categorical), a statistical method will be applied for this purpose.

One way to understand this interrelationship is through the multivariate data technique called correspondence analysis (ACS). When one has an interest in the analysis of only two variables, the method is known as simple matching analysis.

According to Hair *et al.* (2009), simple correspondence analysis (ACS) is a multivariate data technique used to verify relationships between nominal data categories in a contingency table.

In this sense, ACS proposes to construct a perceptual map, which is a visual representation of the understandings of objects of an individual in two or more dimensions (Hair *et al.*, 2005).

According to Fávero and Belfiore (2009), the ACS has two fundamental steps: calculation of the measure of association and creation of the perceptual map. To form the basis for association, a chi-square test (χ^2) is done with the objective of standardizing the frequency values. With the standardized measure of association, a distance measure and orthogonal projections are generated for which the categories can be allocated to represent the degree of association reported by the χ^2 distances to be demonstrated by a dimensional space.

According to Fávero and Belfiore (2009), the eigenvalues are found by multiplying matrices, and the square of each eigenvalue is understood as the inertia of the dimensions, which shows importance for each dimension. The division between the inertia of each dimension and the total inertia is the proportion of the variance explained by the dimension. The maximum number of dimensions is estimated by:

- [Minimum (row, column) - 1] = [minimum (8, 3) - 1] = 2

With this result, it is followed for the examination of graphical representation (perceptual map). In this sense, it is necessary to know if there is an association between the variables and the degree of dependence between the variables. For this, the chi-square test is applied.

In this sense, it is necessary to construct a statistical hypothesis test for decision making. The hypotheses tested are:

- H0: the two categorical variables are randomly associated.
- H1: the association between the two categorical variables is not random.

Finally, a perceptual map is created. According to Fávero and Belfiore (2015), the perceptual map serves to visually locate on the graph objects of an individual in two or more dimensions. In the perceptual map each object has a spatial positioning that describes its similarity in relation to other objects, according to the dimensions exposed in the perceptual map.

Statistical software is used to perform all these calculations. In this work, R and Excel were used for tabulation and data analysis, construction of the Pareto chart, application of the method, hypothesis tests and the elaboration of the tables.

4 RESULTS

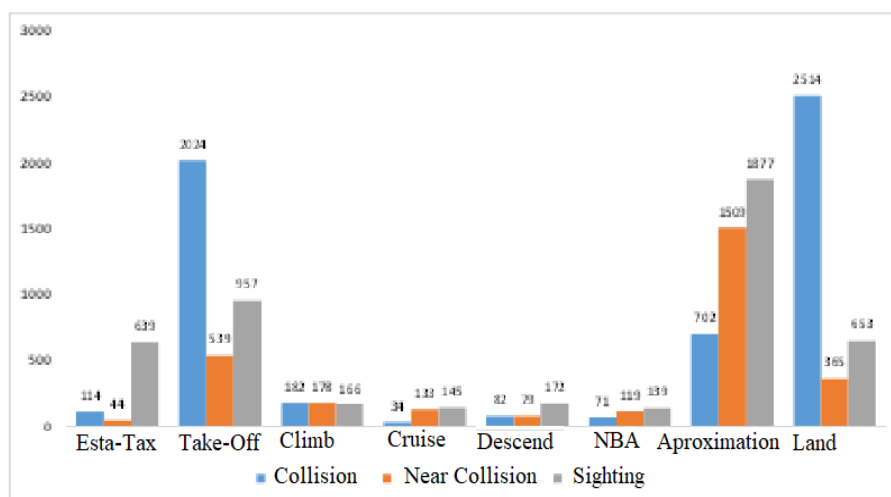
In this section the results obtained with the application of Correspondence Analysis are presented. The results are presented as follows: a) descriptive analysis and b) correspondence analysis.

4.1 DESCRIPTIVE ANALYSIS

It can be observed in figure 1 that "collision" with fauna occurs more frequently in the "takeoff" and "landing" phases. In fact, in these two phases the aircraft is closer to the ground of the airport area. With this, the aircraft's exposure to the fauna is evidenced, since this is a perfect setting to find food, shelter and water, key items of attraction to birds and land animals.

In the flight phase "approach" there are more "sightings" and "almost collisions" with fauna. In this phase of flight, the pilot of the aircraft fulfills a trajectory or traffic circuit near the aerodrome, which allows an immediate decision to deviate the aircraft before the impact with the animal.

Sightings of birds and land animals are more frequent in the "parking", "taxi", "landing" and "take-off" flight phases. In the courtyard, taxi and airstrip areas are concentrated lawns that attract typical animals and allows the sighting of fauna by the airport team.



Graph 1: Events per flight phase at the risk of fauna between 2011 and 2016.

Table 2 shows the distribution of the proportions (in percentage) in relation to the totals of each row and the totals of each column respectively (L, C) of the variables. The online analysis shows that there is more "sighting" of fauna (80.2%) than "collision" and "near collision" in the flight and taxi flight phase. The "sighting" and "near collision" with fauna occur in 89.1% of the time, while the collision with birds represents only 10.9% in the "cruise" flight phase.

In the column analysis, it was observed that 50.9% of the almost collisions with birds occur in the flight phase approach and the collision with fauna occurs 79.3% in the events involving the landing and takeoff flight phases. It is also possible to note that 39.5% of sightings occur in the flight approach phase.

Looking at the analysis of the joint distribution of proportions for rows and columns, it is not possible to be sure of the association between the variables.

Report type Flight phase	Colision		Almost colision	Sighting
	Parking and Taxi	Line	14.3%	5.5%
Row		2.0%	1.5%	13.5%
Take-off	Line	57.5%	15.3%	27.2%
	Row	35.4%	18.2%	20.2%
Climb	Line	34.6%	33.8%	31.6%
	Row	3.2%	6.0%	3.5%
Cruise	Line	10.9%	42.6%	46.5%
	Row	0.6%	4.5%	3.1%
Descend	Line	24.6%	23.7%	51.7%
	Row	1.4%	2.7%	3.6%
NBA	Line	21.6%	36.2%	42.2%
	Row	1.2%	4.0%	2.9%
Aproximation	Line	17.2%	36.9%	45.9%
	Row	12.3%	50.9%	39.5%
Land	Line	71.2%	10.3%	18.5%
	Row	43.9%	12.3%	13.8%

Table 2: Joint distribution of ratios for rows and columns.

4.2 CORRESPONDENCE ANALYSIS

The Chi-square test (χ^2) was calculated according to Table 2 and the hypotheses tested were presented in the methodology.

Information	Values
Statistic χ^2	3670.455
Degrees of freedom	14
P-Value	0

Table 3: X² Test.

Thus, the test statistic was significant, presenting p-value <0.05, with 95% confidence, recommending rejection of the null hypothesis. This shows the association between the two categorical variables, which could not be verified only with the information in Table 2.

Thus, standardized residuals adjusted with positive values greater than 1.96, in absolute value, indicate that there is evidence of a significant association between the categories. High residue means greater dependence between the variables, which facilitates the analysis of the perceptual map. Note that values above 1.96 were highlighted in yellow.

In Table 4, it can be seen that the phases of flight takeoff and landing have a strong association with type of collision report. On the other hand, for the flight phases "ascent", "cruise" and "NBA" are associated with near collision, the "approach" has a stronger association with this type of report (near collision). In the "sighting" report type, the variables "parking" and "taxi" presented greater association than the "cruise", "descent" and "NBA" phases. It is also possible to observe that in the "approach" there is a significant association with "near collision".

FLIGHT FASE		REPORT TYPE		
		COLISION	ALMOST COLISION	SIGHTING
1	ESTA_TAX	-16,65	-11,61	27,3
2	TAKE-OFF	20,82	-11,25	-11,77
3	CLIMB	-3,78	6,63	-1,84
4	CRUISE	-11,45	8,85	4,16
5	DESCEND	-6,71	0,73	6,3
6	NBA	-7,8	6,24	2,56
7	APROXIMATION	-39,4	27,42	16,96
8	LAND	40,01	-19,6	-24,39

Table 4: Association between flight phase categories and type of report.

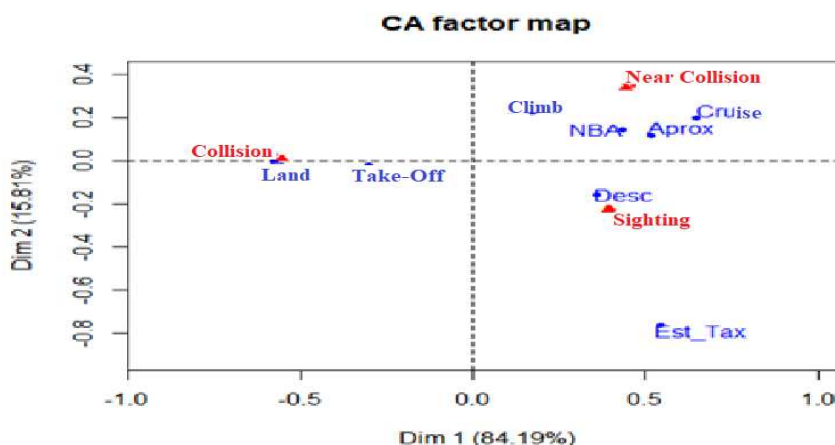
We have below the *output* of the inertial decomposition analysis for the two dimensions, done with software support R with package ca.

Dimenson	Autovalue	%	% Acumulated
1	0.229972	84.2	84.2
2	0.043188	15.8	100.0
Total	0.273160	100.0	

Table 5: Inertial contribution.

As seen in Table 5, the total inertia is 0.273160. The proportions explained in dimensions 1 and 2 correspond respectively to 84.2% (0.229972 / 0.273160), and to 15.8% of total inertia. It is worth remembering that the greater the inertia of the first dimension, the greater the association between the categories arranged in line and in columns.

In the perceptual map (Graph 2), it is graphically emphasized that the collision with fauna happens more frequently in the landing and takeoff, and the near collision occurs in the "climb", "NBA", "approach" and "cruise" phases. The sighting of fauna is more frequent in the descent and especially during the parking and the taxi.



Graph 2: Perceptual map of the association between flight phase and type of report.

5 CONCLUSION

This work presented the application of the statistical method of Correspondence Analysis to identify the relationship between two important variables in the management of fauna risk in Brazilian aviation.

According to a literature review, it was possible to identify the need for studies with a focus on the verification of the behavior of the categorical variables collected by the CENIPA file 05 datasheet. For this purpose, the type variables of the report and flight phase were studied, since they are considered important within of the theme.

In the results we presented exploratory statistical analyzes and the application of the Correspondence Analysis to the data. After all the methodological validation of the presented results, it is possible to corroborate with the flight safety community, as follows:

a) that air carriers should pay attention to:

- In the takeoff and landing procedure, where there are collisions with fauna. Remembering that collision is usually more damaging than other types of reporting;
- In the approach procedure, because this phase of the flight almost collisions occur.
- in the parking lot / taxi of the aircraft, because in this case there is a sighting of fauna inside the airport area and it is an opportunity to identify and mitigate the risk before the animals interfere in flight phases where the event is more harmful.

In this way, the correspondence analysis served to prove the relationship between flight phase and type of report. Understanding this relationship results in valuable information for decision-making by crewmembers and aerodrome managers, serving to disseminate the risk of fauna as it relates to these two variables and may prevent future aeronautical accidents.

Finally, it is proposed the use of this methodology for future studies of the association of other variables that affect the risk of fauna in Brazilian aviation.

REFERENCES

- ABREU, T. L. S. et al. Evaluation of different grass height management patterns for bird control in a tropical airport. **Revista Conexão SIPAER**, v. 8, n. 1, p. 68-79, 2017. Disponível em: <<http://conexaosipaer.cenipa.gov.br/index.php/sipaer/article/view/363>>. Acesso em: 14 jun. 2017.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **Plano do Comando da Aeronáutica (PCA) 3-3**: Plano Básico de Gerenciamento de Risco de Fauna. Brasília. 2017. Disponível em: <<http://www2.fab.mil.br/cenipa/index.php/legislacao/pca-plano-do-comando-da-aeronautica>>. Acessado em: 17 jun. 2017.
- CABRITA, D. M. D. **Métodos multivariados para variáveis qualitativas**: aplicação ao estudo de variáveis associadas com a avaliação na disciplina de Matemática de uma escola do Ensino Básico no Concelho de Vila Nova de Gaia. Dissertação (mestrado), Mestrado em Estatística, Matemática e Computação, Universidade Aberta de Portugal. 2012.
- CAMELO, H. N. et al. Utilização de Análise de Correspondência para Classificação da Velocidade do Vento no Nordeste Brasileiro. **Revista Principia - Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB**, [S.l.], n. 31, p. 22-28, dez. 2016. ISSN 2447-9187. Disponível em: <<http://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/642>>. Acesso em: 27 Nov. 2017.
- CARVALHO, M. S.; STRUCHINER, C. J. Análise de Correspondência: Uma aplicação do Método à Avaliação de Serviços de Vacinação. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 8, n. 3, p. 287-301, jul/set, Rio de Janeiro. 1992.
- CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS [CENIPA]. **Anuário de Risco de Fauna**, 2015. Brasília. 2016. Disponível em: <<http://www2.fab.mil.br/cenipa/index.php/estatisticas/risco-da-fauna?download=129;perigo-aviario-e-fauna>>. Acesso em: 14 jun. 2017.
- CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS [CENIPA]. **Sistema de Gerenciamento de Risco Aviário (SIGRA)**: banco de dados. 2017. Disponível em: <http://sistema.cenipa.aer.mil.br/cenipa/sigra/pesquisa_dadosExt>. Acesso em: 14 jun. 2017.
- DAVENPORT, T. H. **Dados Demais**: Como desenvolver habilidades analíticas para resolver problemas complexos, reduzir o risco e decidir melhor. Rio de Janeiro: Campus Elsevier. 2014.
- DOVE, C. J.; DAHLAN, N. F.; HEACKER, M. Forensic Bird-strike identification techniques used in an accident investigation at Wiley Post Airport. **Human-Wildlife Conflicts**, v. 3, p. 179-185. 2008.
- GRUS, J. **Data Science do Zero**: Primeiras regras com o Python. Rio de Janeiro: Alta Books. 2016.
- FÁVERO, L. P.; BELFIORE, P. **Análise de dados**: Técnicas multivariadas exploratórias com SPSS® e Stata®. Rio de Janeiro: Campus Elsevier. 2015.
- FÁVERO, L. P.; BELFIORE, P. **Análise de Dados**: Modelagem multivariada para tomada de decisões. Rio de Janeiro: Campus Elsevier. 2009.
- HAIR J. J. et al. **Análise multivariada de dados**. 6a Ed. Porto Alegre: Bookman. 2009.
- MENDONÇA, F. A. C. SMS for bird hazard: Assessing airlines pilots perceptions. Master of Science in the Department of Aviation. University of Central Missouri. Master Thesis. 2008.

- NOVAES, W. G.; ALVAREZ, M. R. D. V. Relação entre o resíduo sólido urbano e urubus de cabeça-preta (*Coragyps atratus*): um perigo para as aeronaves no aeroporto de Ilhéus (SBIL). **Revista Conexão SIPAER**, v. 5, n. 1, p. 22-29, 2014. Disponível em: <<http://conexaosipaer.cenipa.gov.br/index.php/sipaer/article/view/256>>. Acesso em: 14 jun. 2017.
- NTAMPAKIS, D.; BIERMANN, T. Applying SMS and sustainability principles to airport wildlife hazard management. **Revista Conexão SIPAER**, v. 5, n. 1, p. 8-21, 2014. Disponível em: <<http://conexaosipaer.cenipa.gov.br/index.php/sipaer/article/.../255/278>>. Acesso em: 14 jun. 2017.
- PAMPLONA, V. M. S. et al. Análise de Correspondência dos crimes na região metropolitana de Belém (RMB) no 1º semestre de 2006. In: Simpósio de Pesquisa Operacional da Marinha do Brasil. **Anais...** Rio de Janeiro, 2007.
- PATRICK, K.; SHAW, P. Bird strike hazard management programs at airports: what Works? In: 5º Simpósio de Segurança de Voo do Instituto de Pesquisas e Ensaio em Voo. **Anais...** São José dos Campos, São Paulo, Brasil, 2012.