

# CONEXÃO SIPAER

Revista Científica de Segurança de Voo



**NOVA ATRIBUIÇÃO DO CENIPA:**

**Investigação de Ocorrências Espaciais**



Revista Conexão SIPAER

Volume 12, Número 01  
jan/abril 2022



## **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 Aeroespacial e ciências afins, voltada para a Segurança de Voo, com foco nas atividades de investigação e prevenção de acidentes aeronáuticos e espaciais.

### **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)3364-8828  
Fax: +55(61)3365-1004  
E-mail: [conexaosipaer@gmail.com](mailto:conexaosipaer@gmail.com)

### **WEBPAGE**

[conexaosipaer.com.br](http://conexaosipaer.com.br)

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. 12, n. 1 (Jan/Abr 2022), Brasília: CENIPA, 2022.

Quadrimestral

Modo de acesso: [conexaosipaer.com.br](http://conexaosipaer.com.br)

ISSN: 2176-777 (versão on-line)

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

CDU 355.354

## SUMÁRIO

### *Editorial*

Apresentação 1-2

Adriana de Barros Nogueira de Mattos  
Alexander Coelho Simão

### *Artigos Científicos*

A importância do NOTAM na mitigação de incursões em pista 3-24

Anderson Tozze

O construto ‘liderança engajadora positiva’ e a formação de habilidades não técnicas para os comandantes de aeronaves 4-38

Mario Henrique Rondon

Hard landing: um problema dos menos experientes? 39-55

Guido Carim Júnior

Dificuldades em serviço na aviação civil brasileira – panorama de 2021 56-94

Rogério Possi Junior

Ranking de severidade relativa das espécies de fauna na aviação brasileira 95-112

Weber Galvão Novaes

### *Notas técnicas*

O fator combustível, lembrar para sobreviver! 113-117

Jocelyn Santos dos Reis

Acidentes aéreos: quem investiga? 118-123

Adriano Trindade de Oliveira Alves

## Apresentação

Adriana de Barros Nogueira de Mattos <sup>1,2</sup>

Alexander Coelho Simão <sup>3,4</sup>

1 Editora Gerente da Revista Científica Conexão SIPAER

2 [conexaosipaer@gmail.com](mailto:conexaosipaer@gmail.com)

3 Editor Gerente da Revista Científica Conexão SIPAER

4 [conexaosipaer@gmail.com](mailto:conexaosipaer@gmail.com)

---

*A metodologia utilizada pelo Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SIPAER) possibilita uma perspectiva sistêmica dos eventos e oferece uma abordagem minuciosa das ocorrências aeronáuticas investigadas, permitindo identificar fatores contribuintes, sugerir recomendações e, conseqüentemente, contribuir para a melhoria da segurança do modal aéreo.*

*O Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA), órgão central do SIPAER, ao longo de mais de cinquenta anos, consagrou-se pelo propósito de prevenir acidentes e preservar a vida humana. As investigações conduzidas pelo Centro são pautadas pelo trinômio “o Homem, o Meio e a Máquina”, abordando todos os aspectos relacionados aos fatores humano, operacional e material.*

*Em função dessas características, os métodos da investigação SIPAER já foram empregados, com resultados positivos, durante a investigação do acidente com o protótipo do Veículo Lançador de Satélites (VLS-1 V03), ocorrido no dia 22 de agosto de 2003, em Alcântara-MA. Investigadores do CENIPA compuseram a equipe técnica, com o objetivo de agregar, na comissão investigadora, profissionais com formação e experiência em investigação de acidentes aeronáuticos, bem como de aplicar aos trabalhos a filosofia e os procedimentos preconizados pelo Sistema.*

*Nesse contexto, no dia 4 de maio de 2021, em cumprimento ao Acordo de Cooperação com a Agência Espacial Brasileira, o Estado-Maior da Aeronáutica, por meio do 4º despacho ao Processo nº 67710.021769/2021-69, designou o CENIPA como instituição responsável pela coordenação e condução das atividades de investigação de acidentes e incidentes ocorridos em lançamentos espaciais a partir do território nacional.*

*Tendo em vista essa nova missão atribuída ao CENIPA, os editores da Revista Conexão SIPAER conclamam os pesquisadores da temática “segurança nas operações aeroespaciais” a submeterem artigos em nosso periódico quadrimestral.*

*Dando continuidade à sua missão de compartilhar discussões e ampliar espaços de interlocução acadêmica, a RCS traz neste número artigos e notas técnicas relacionados às mais diversas áreas do conhecimento humano.*

*O artigo “A importância do NOTAM na mitigação de incursões em pista”, do pesquisador Anderson Tozze, sugere uma nova proposta de apresentação dessa importante mensagem aeronáutica, que proporcionará melhor compreensão das principais informações aeroportuárias e aumentará sobremaneira o nível de consciência situacional dos pilotos.*

No artigo “O construto ‘liderança engajadora positiva’ e a formação de habilidades não técnicas para os comandantes de aeronaves”, o pesquisador Mario Henrique Rondon busca identificar como os aspectos da Psicologia Organizacional Positiva podem contribuir para a formação e o aperfeiçoamento do modelo de liderança dos comandantes de aeronaves, apontando, ao final, para a possibilidade de redesenharmos os treinamentos de Corporate Resource Management (CRM) em escolas de aviação e empresas aéreas.

O artigo “Hard landing: um problema dos menos experientes?”, de Guido Carim Júnior, Professor doutor do Departamento de Aviação da Griffith University, analisa quantitativamente se a ocorrência de hard landings está diretamente relacionada à operação dos pilotos com menor experiência de voo. Os resultados mostram não haver evidências de que a função exercida na cabine de pilotagem é determinante para a ocorrência de pousos bruscos. Ademais, o trabalho sugere possível relação entre esses eventos e as características da pista, bem como a configuração de pouso da aeronave.

No artigo “Dificuldades em serviço na aviação civil brasileira – panorama de 2021”, o pesquisador Rogério Possi Junior disponibiliza relevante compêndio acerca das dificuldades em serviço comunicadas à Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), em 2021, por operadores, organizações de manutenção e fabricantes de produtos aeronáuticos. Uma das constatações é a de que há subnotificação desses eventos, o que pode impedir que modificações de projeto essenciais à segurança de voo sejam implementadas.

No último artigo deste número, intitulado “Ranking de severidade relativa das espécies de fauna na aviação brasileira”, o Doutor Weber Galvão Novaes, Ex-Chefe da Assessoria de Gerenciamento de Risco de Fauna do CENIPA, apresenta importante atualização da escala que dá nome ao estudo, trazendo informações imprescindíveis ao adequado gerenciamento do risco da fauna nos aeródromos brasileiros.

Por fim, na seção de Notas Técnicas, o autor Jocelyn Santos dos Reis faz breve digressão acerca dos cuidados a serem tomados durante o abastecimento da aeronave, lembrado oportunamente quatro acidentes que tiveram o uso do combustível como fator contribuinte, e o autor Adriano Trindade de Oliveira Alves tece considerações claras e precisas acerca das competências, limites, objetivos e finalidades das investigações de acidentes aeronáuticos no Brasil.

*Boa leitura a todos!*

Adriana Mattos e Alexander Simão  
Editores-Gerentes da RCS

---

# A IMPORTÂNCIA DO NOTAM NA MITIGAÇÃO DE INCURSÕES EM PISTA

Anderson Tozze<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Piloto Comercial de Avião, Pós-graduado em Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade Continuada, 2021. Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA. tozze.anderson@gmail.com

---

**RESUMO:** O presente estudo propõe soluções para a prevenção de incursões em pista, analisando como as informações sobre os aeródromos são disponibilizadas para os aeronavegantes, especificamente os NOTAM, mensagens que tem por finalidade informar alterações e restrições de caráter provisório. O artigo busca identificar e propor possíveis melhorias para os métodos utilizados na atualidade, aumentando a consciência situacional das tripulações. É realizado estudo caso para demonstrar como tais informações são utilizadas para orientar os pilotos, as quais, quando interpretadas incorretamente, reduzem sobremaneira a segurança de voo. Por fim, o artigo apresenta uma nova proposta de visualização das informações contidas no NOTAM, com o objetivo de proporcionar melhor compreensão das principais informações para cada etapa do voo, de maneira decodificada e com imagens, eliminando a leitura de grandes quantidades de páginas com códigos de difícil entendimento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Incursão em pista. NOTAM. Consciência situacional.

## THE NOTAM'S IMPORTANCE IN MITIGATION OF RUNWAY INCURSIONS

**ABSTRACT:** The present study proposes solutions for the prevention of runway incursions, analyzing how information about aerodromes is made available to airmen, specifically NOTAM, messages whose purpose is to inform changes and restrictions of a provisional nature. The article seeks to identify and propose possible improvements to the methods used today, increasing the situational awareness of crews. A case study is carried out to demonstrate how such information is used to guide pilots, which, when incorrectly interpreted, greatly reduce flight safety. Finally, the article presents a new proposal for visualizing the information contained in NOTAM, with the objective of providing a better understanding of the main information for each stage of the flight, in a decoded way and with images, eliminating the reading of large amounts of pages with codes. difficult to understand.

**KEYWORDS:** Runway incursion. NOTAM. Situational awareness.

## 1 INTRODUÇÃO

Com o aumento da atividade aérea, a infraestrutura dos aeroportos precisou ser adaptada, transformando-se em grandes *hubs* para atender o alto fluxo de aeronaves. Isso representou mais pistas de pouso, mais *taxiways* e, conseqüentemente, mais possibilidades de caminhos para que aeronaves, veículos ou pessoas pudessem sair de determinado ponto do aeródromo e chegar ao seu destino esperado.

Em um cenário “*ceteris paribus*”, observa-se a complexidade de controlar o sítio aeroportuário de modo que o fluxo de aeronaves ocorra com segurança e sem atrasos. Esse crescimento, por vezes, muda as rotinas dos aeroportos, seja provisoriamente (pelo fechamento de uma *taxiway* ou pista para troca de iluminação), seja em caráter definitivo (com a criação de uma nova *taxiway* ou pista). Tais alterações podem ocasionar as incursões em pista, que, apesar de serem eventos raros, ao ocorrerem podem atingir severidades catastróficas.

Para registrar essas alterações, independentemente de serem provisórias ou definitivas, é emitido o NOTAM (*Notice to Airman*), que tem como objetivo dar ciência aos usuários das condições do aeródromo.

O presente artigo busca, por meio de estudo de caso e revisão da literatura específica, identificar como o NOTAM auxilia as tripulações a operarem de maneira segura nos aeroportos - garantido que as informações necessárias sejam compreendidas -, bem como analisar possíveis melhorias na apresentação das informações relevantes, de modo a aumentar a consciência situacional na área de movimento do aeródromo.

## **2 O INCIDENTE AIR CANADA VOO 759**

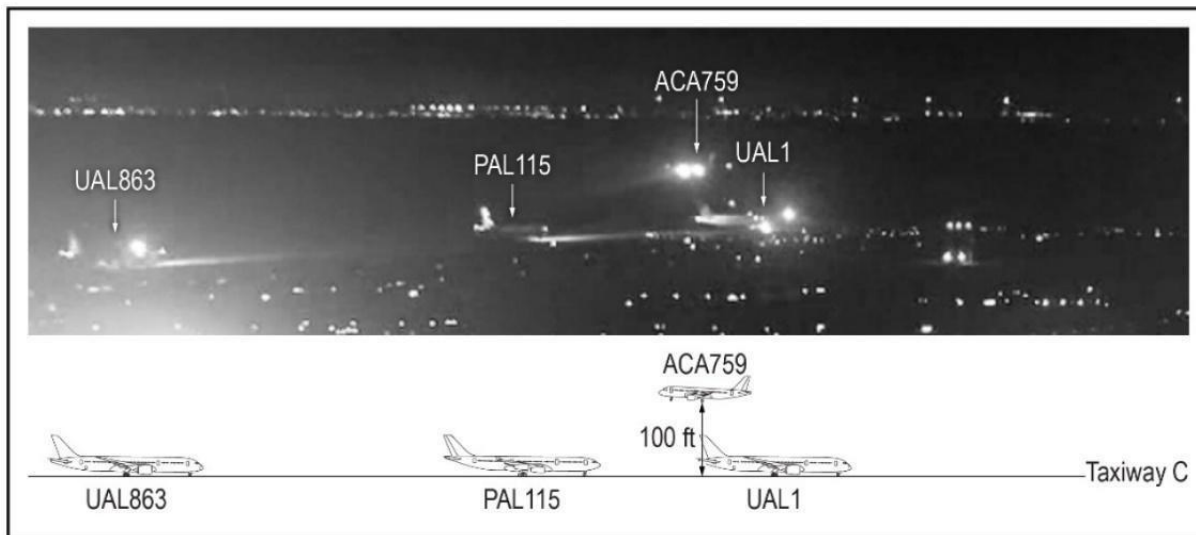
Em 7 de julho de 2017, o voo 759 da Air Canada (ACA759), um Airbus A320-211, registro canadense C-FKCK, foi autorizado a pousar na pista 28R do Aeroporto Internacional de San Francisco (SFO), Califórnia. Entretanto, o Airbus alinhou e realizou aproximação para a *taxiway* C, paralela à pista em uso. Nessa *taxiway*, havia quatro aeronaves aguardando permissão para decolagem na pista 28R: um Boeing 787, um Airbus A340, outro Boeing 787 e um Boeing 737 (NTSB, 2018).

A investigação apontou que o ACA759, durante sua aproximação para a *taxiway* C, sobrevoou a primeira aeronave, o UAL1, a 100 ft de altura (Figura 1). Alguns segundos antes, o comandante do United havia questionado, via rádio, quais eram as intenções do Air Canada, pois aparentemente iria pousar sobre as quatro aeronaves que estavam na posição 2. Imediatamente o PAL115 (o Airbus A340) acendeu seu farol de pouso para demonstrar para o Air Canada 759 que ele estava em rota de colisão com as aeronaves no solo, iluminando a primeira aeronave da fila e parte da *taxiway* C (NTSB, 2018).

Quando a torre percebeu o que estava acontecendo, ordenou que o ACA759 iniciasse o procedimento de arremetida, que foi cotejado instantaneamente pela tripulação. Como existe um tempo de resposta entre o momento que se aplica a potência

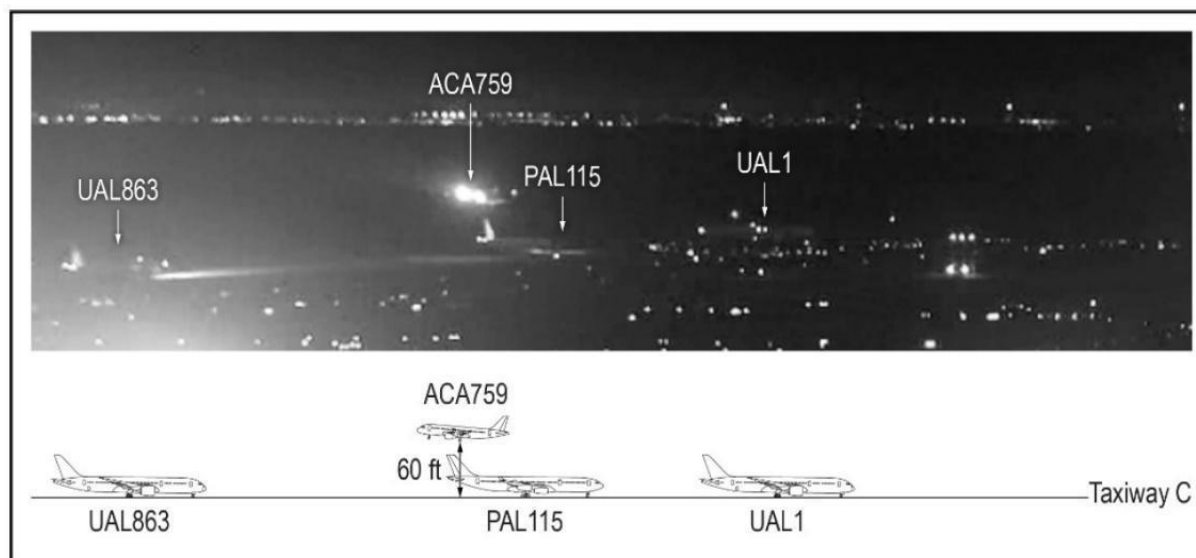
até a geração de empuxo, e a consequente mudança de atitude da aeronave, ela continuou a descida, atingindo 60 ft acima da *taxiway* (NTSB, 2018).

Uma vez que o estabilizador vertical do Airbus A340 tem altura de 45ft, constatou-se que a distância do trem de pouso do ACA759 para o PAL115 atingiu 15ft, aproximadamente 4,5 metros (Figura 2).



Source for top image: SFO.

Figura 1 - ACA759 sobrevoando o UAL1 na *taxiway* C (Fonte: NTSB, 2018).



Source for top image: SFO.

Figura 2 - ACA759 sobrevoando o PAL115 na *taxiway* C (Fonte: NTSB, 2018).

A *International Civil Aviation Organization* (ICAO, 2007) considera incursão em pista (*runway incursion* – RI), aqueles eventos que ocorrem somente na área protegida de um aeródromo e na pista de decolagem, não levando em consideração a



*taxiway* como parte desse conceito<sup>1</sup>. Logo, o caso de São Francisco não foi classificado como uma RI. Entretanto, ele possui características que podem ser consideradas aplicáveis a situações de incursão em pista, uma vez que em muitos aeroportos, pistas secundárias podem ser usadas como *taxiway* por decisão dos órgãos de controle dos aeródromos.

Quando os NOTAM não são suficientemente claros para seus usuários em aeroportos mais complexos, que possuem diversas *taxiways* ou pistas com cruzamentos entre elas, por exemplo, a interdição de uma *taxiway* pode levar à presença incorreta de aeronaves na área designada para pouso e decolagem.

O National Transportation Safety Board (NTSB, 2018) determinou que a causa provável do incidente foi a confusão da tripulação da Air Canada com a *taxiway* paralela. Seus fatores contribuintes incluíram a falha da tripulação em não usar o sistema de pouso por instrumentos ILS (*Instrument Landing System*), bem como a fadiga dos pilotos.

O NTSB (2018) emitiu uma lista de recomendações, dentre elas a A-18-024, endereçada à Federal Aviation Administration (FAA), para que fosse formado um grupo de estudos com especialistas em fatores humanos para: (1) revisar métodos existentes para apresentação de informações de operações de voo para os pilotos, incluindo liberações de voo e de serviços de planejamento de voo (pré-voo) e sistema de comunicação entre aeronaves (ACARS); e (2) criar e publicar orientações sobre as melhores práticas para organizar, priorizar e apresentar esses dados de maneira que otimize a leitura dos pilotos e a retenção de informações relevantes.

O então presidente do NTSB, Robert Sumwalt, no dia 25 de setembro de 2018, durante o *Board Meeting* sobre o incidente, disse que o sistema de NOTAM nos Estados Unidos era uma “bagunça”, leu trecho do NOTAM de 27 páginas que limitava parte da *taxiway* para aeronaves com envergadura de 214 pés ou menos e perguntou:

*- Por que isso está aí mesmo? Isso é o que os NOTAM são. Um monte de lixo ao qual ninguém presta atenção!*

Ele ainda acrescentou que tais documentos “geralmente são escritos em linguagem que apenas os programadores de computador entendem” (NTSB, 2018, tradução livre do autor).

---

<sup>1</sup> A ICAO define incursão em pista como “any occurrence at an aerodrome involving the incorrect presence of an aircraft, vehicle or person on the protected area of a surface designated for the landing and take-off of aircraft.” (ICAO, 2016, p. 15).

Uma semana após o incidente, em depoimento para os investigadores, o comandante disse que, antes do voo, visualizou a informação sobre o fechamento da pista 28L no NOTAM (Figura 3), o primeiro oficial afirmou que realizou leitura rápida dos NOTAM e não se lembrava de ver a informação de fechamento da pista nem se houve discussão sobre a situação com o comandante (NTSB, 2018).

Um mês após o incidente, o comandante afirmou que ele e o primeiro oficial haviam discutido sobre o fechamento da pista, porém essa situação não foi considerada de muita relevância, pois o pouso estava previsto para ocorrer antes do período de fechamento da pista. A comissão de investigação observou que o pouso estava previsto para ocorrer 3 minutos depois do fechamento da pista 28L (NTSB, 2018).

O *pushback* da aeronave ocorreu 30 minutos após o horário previsto, o comandante era o *pilot flying* e o primeiro oficial, o *pilot monitoring*. Antes que a aeronave começasse o procedimento de aproximação, o primeiro oficial obteve a informação ATIS (*Automatic Terminal Information Service*) Quebec (Figura 4) que também indicava o fechamento da pista 28L. Em entrevista pós-incidente, a tripulação lembrou-se de ter revisado as informações do ATIS, mas não conseguiam se lembrar se notaram as informações sobre o fechamento da pista 28L (NTSB, 2018).

A recomendação A-18-024 endereçada pelo NTSB à FAA, em 10 de novembro de 2018, encontra-se com status “Aberto – Resposta Aceitável” no site do NTSB. Sua última atualização aconteceu em 3 de março de 2021, quando a FAA informou uma série de ações como parte de um plano entre a autoridade reguladora, a *Air Traffic Organization* e o *Civil Aviation Medical Institute* para revisar quais informações são críticas para cada etapa operacional do voo.

Ao final dessa pesquisa, a FAA espera aumentar a probabilidade de que informações críticas sejam divulgadas de maneira fácil e compreensível. A pesquisa da FAA inclui entrevistas com órgãos de controle, pilotos que operam pelos regulamentos 91, 135 e 121, revisão de métodos de divulgação e potenciais mudanças de procedimentos para utilização de novas tecnologias que facilitem a identificação de informações relevantes. A atualização do progresso dessa recomendação pela FAA está prevista para acontecer dia 31 de outubro 2021.

**TEMP WAT CHARTS NOT REQD**

SFO 07.Jul.2016 1857z - 10.Nov.2017 0100z DA7029/17  
SFO 07/029 SFO **OBST CRANE** (ASN 2016-AWP-1309-OE) 373960N1222356W  
(3.1NM NNW SFO) 372FT (298FT AGL) FLAGGED AND LGTD  
1607071857-1711100100

**TEMP WAT CHARTS NOT REQD**

SFO 11.Feb.2016 1446z - 01.Aug.2017 2300z DA2057/17  
SFO 02/057 SFO **OBST CRANE** (ASN 2016-AWP-74-NRA) 373644N1222308W  
(0.6NM SW SFO) 158FT (150FT AGL) FLAGGED AND LGTD  
1602111446-1708012300

**TEMP WAT CHARTS NOT REQD**

SFO 19.Sep.2007 1546z - UFN CN815/07 - CO NOTAM  
THE DESTINATION AND/OR ALTERNATE AIRPORT IS A GROUP II FAA SPECIAL  
QUALIFICATION AIRPORT. THE CAPTAIN MUST MEET CERTAIN REQUIREMENTS TO  
OPERATE INTO THIS AIRPORT - SEE FOM 5.4.5.2 OR JEPPESEN **AIR CANADA**  
"AIRPORT QUALIFICATION" PAGE.

**Runway**

**\*\*NEW\*\***SFO 08.Jul.2017 0600z - 08.Jul.2017 1500z DA7026/17  
SFO 07/026 SFO **RWY 10R/28L CLSD** 1707080600-1707081500

**\*\*NEW\*\***SFO 08.Jul.2017 0600z - 08.Jul.2017 1500z DA7025/17  
SFO 07/025 SFO **RWY 01R/19L CLSD** 1707080600-1707081500

**\*\*NEW\*\***SFO 08.Jul.2017 0600z - 08.Jul.2017 1500z 1A2281/17  
**RWY 10R/28L CLSD**

**\*\*NEW\*\***SFO 08.Jul.2017 0600z - 08.Jul.2017 1500z 1A2280/17  
**RWY 01R/19L CLSD**

SFO 02.Jun.2017 1357z - 21.Jul.2017 1500z 1A1951/17  
**RWY 28L ALS U/S**

Figura 3 – Página 8 de 27 do NOTAM (NTSB, 2018).

**07/08/2017 06:21:11**

QU DDLXCXA

ATSACXA 080621

DAI

AN C-FKCK

-/ATSACXA.TI2/KSFO ARR ATIS Q

0556Z SFO ATIS INFO Q 0556Z. 31012KT 10SM CLR 17/09 A2993 (TWO NINER NINER THREE)

QUIET BRIDGE VA IN USE. LNDG RWYS 28R. DEPG RWYS 1L. NOTAMS... **RWYS 28L, 10R**

**CLSD** RWYS 1R, 19L CLSD. TWY J CLSD, TWY S1 CLSD. TWY F CLSD BETWEEN TWY L, RWY

1L, TWY F1 CLSD BTWN TWY L, RWY 1L. RY 28L ALS OTS, RY 28L/10R CL LGTS OTS

MULTIPLE CRANES UP TO 275 FEET, WEST AND SOUTH OF SFO AIRPORT. ASSC IN USE AC TVT

TRNSPNDR WITH MODE C ON ALL TYS AND RWYS. READBACK OF ALL RWY HOLDING

INSTRUCTIONS IS REQUIRED. ALL ACFT ARE RQRD TO INCL ACFT CLSGN IN ALL RDBKS AND<

ACKMTS. ...ADVS YOU HAVE INFO Q.281B

Figura 4 – Mensagem ATIS Quebec 0556Z (NTSB, 2018).

### 3 NOTAM

O NOTAM é uma mensagem que tem por finalidade divulgar alterações e restrições temporárias que possam ter impacto nas operações aéreas, como, por exemplo, a indisponibilidade de determinado auxílio à navegação aérea, uma pista que esteja interdita, o fechamento de uma porção do espaço aéreo, etc. É um Serviço de Informação Aeronáutica, ou simplesmente AIS (*Aeronautical Information Service*). A divulgação no Brasil dos NOTAM é feita pelo Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), por meio do sistema AISWEB. Esse serviço foi atribuído pela ICAO aos países signatários na Convenção de Chicago por intermédio do Anexo 15 (Serviços de Informação Aeronáutica) (BRASIL, 2020).

O NOTAM tem duração máxima de três meses. Para alterações superiores a esse período, a informação é divulgada via Suplemento AIP (BRASIL, 2020).

O documento elaborado pelo DECEA que estabelece os procedimentos para divulgação de NOTAM é a Instrução do Comando da Aeronáutica (ICA) 53-1. Segundo esse documento, as informações contidas em um NOTAM são indispensáveis para o pessoal encarregado das operações de voo, uma vez que está diretamente ligada à segurança das operações aéreas (BRASIL, 2020).

#### **Classificação de NOTAM**

Os NOTAM são classificados quanto ao âmbito e ao tipo (BRASIL, 2020):

##### Âmbito

- Nacional;
- Internacional; e
- Estrangeiro

##### Tipo

- Novo (NOTAMN);
- Substituidor (NOTAMR); E
- Cancelador (NOTAMC).

Ele também é dividido em quatro categorias (BRASIL, 2020):

- AGA (Aerodromes and Ground Aids)
- ATM (Air traffic management)
- CNS (Communications, Navigation and Surveillance)
- OTR (Others)



## **Emissão e divulgação de NOTAM**

Os NOTAM são emitidos com indicadores de localidade para aeródromos, terminais e FIR (*Flight Information Region*). Essas informações são organizadas pelos NOF (Centro de NOTAM) seguindo formulário específico (Figura 5) (BRASIL, 2020).

Segundo o item 2.5.3 da ICA-53-1, a informação deverá ser disponibilizada ao usuário com sete dias de antecedência da data de início de sua efetivação, com exceção dos assuntos listados abaixo (BRASIL, 2020):

- a) ampliação dos serviços relativos a combustíveis, oxigênio ou contraincêndio;*
- b) ampliação de pista de pouso ou de táxi;*
- c) ativação de aeródromos ou de helipontos onde não é prestado o serviço aéreo regular;*
- d) ampliação do horário de funcionamento das instalações ou dos serviços de navegação aérea, desde que não impactem em outros serviços;*
- e) movimentação ou fundeio de embarcações e plataformas marítimas;*
- f) identificação de obstáculos já existentes;*
- g) suspensão e modificação de procedimentos de navegação aérea;*
- h) missão presidencial;*
- i) alerta de perigo de eventos não autorizados pelo DECEA; e*
- j) indisponibilidade RAIM (Receiver Autonomous Integrity Monitoring).*

COMANDO DA AERONÁUTICA DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO										<b>NOTAM</b>			
PRIORIDADE		ENDEREÇOS											
GG												« »	
DATA-HORA		CENTRO EXPEDIDOR											
												« »	
(		SÉRIE NÚMERO/ANO		NOTAM		TIPO N/R/C		SÉRIE NÚMERO/ANO				« »	
	FIR	CÓDIGO	TRÁFEGO	PROPÓSITO	ÂMBITO	LIMITE INF	LIMITE SUP	COORDENADAS			RAIO		
Q)		Q										« »	
A)												« »	
B)													
C)											← INDICAR SE PERM		« »
D)													
E)													
F)											G)	)	« »
NNNN													
REF.													
ORIGEM						ASSINATURA							

Figura 5 – Formulário NOTAM (Fonte: DECEA, 2020).

Considerando as figuras abaixo, é possível identificar a similaridade do formato do produto gerado e disponibilizado no AISWEB, com o formato disponibilizado para os pilotos da Air Canada. Trata-se de NOTAM do Aeroporto Internacional de Guarulhos, informando que a pista 09L/27R estará fechada para manutenção (DECEA, 2021).

A Figura 5 foi obtida a partir de pesquisa de busca avançada, e os NOTAM eram os últimos da página. A Figura 6 foi retirada da página inicial de pesquisa de aeródromo na AISWEB. Apesar das diferenças entre as figuras, as duas mensagens ainda dependem da decodificação das informações.

As informações dos NOTAM seguem o padrão de codificação estabelecidas na Tabela do Comando da Aeronáutica (TCA) 53-1, documento com 84 páginas, que tem por finalidade apresentar os códigos NOTAM e as combinações mais usadas, cuja observância é obrigatória para todos aqueles que, nas suas funções, precisem usar os critérios nele estabelecidos (BRASIL, 2015).

Conforme visto no caso da Air Canada, durante os procedimentos para realização de um pouso ou decolagem, a carga de trabalho da tripulação pode diminuir ou suprimir a capacidade de análise de informações que estão dispostas nos NOTAM e, consequentemente, a consciência situacional.

```

SBSP D1365/21 NOTAMN
Q) SBCW/QMRLC/IV/NBO /A /000/999/2326S04628W005
A) SBGR - SÃO PAULO/GUARULHOS - GOVERNADOR ANDRÉ FRANCO MONTORO, SP
B) 20/09/21 03:30 - C) 06/12/21 08:00
D) SEP 21 22 0230-0800 SEP 20 27 OCT 04 11 18 25 NOV 01 08 15 22 29 DEC 06 0330-0800
E) RWY 09R/27L CLSD DEVIDO SER MAINT
DT EXPED: 27/08/21 18:44
STATUS: ACTIVE
ORIGEM: SDIA 1086DD3F

SBSP D1366/21 NOTAMN
Q) SBCW/QMRLC/IV/NBO /A /000/999/2326S04628W005
A) SBGR - SÃO PAULO/GUARULHOS - GOVERNADOR ANDRÉ FRANCO MONTORO, SP
B) 23/09/21 02:30 - C) 04/12/21 08:00
D) SEP 23 TIL OCT 16 OCT 21 TIL DEC 04 TUE TIL SAT 0230-0800
E) RWY 09L/27R CLSD DEVIDO SER MAINT
DT EXPED: 27/08/21 18:51
STATUS: ACTIVE
ORIGEM: SDIA 1086DD3F

```

Figura 5 – NOTAM D1365/ NOTAM D1366 SBGR busca avançada (DECEA, 2021).

```

D1366/21 N 27/08/2021 18:51

Q) SBCW/QMRLC/IV/NBO /A /000/999/2326S04628W005
RWY 09L/27R CLSD DEVIDO SER MAINT
ORIGEM: SDIA 1086DD3F
📅 23/09/21 02:30 a 04/12/21 08:00 UTC
🕒 SEP 23 TIL OCT 16 OCT 21 TIL DEC 04 TUE TIL SAT 0230-0800

D1365/21 N 27/08/2021 18:44

Q) SBCW/QMRLC/IV/NBO /A /000/999/2326S04628W005
RWY 09R/27L CLSD DEVIDO SER MAINT
ORIGEM: SDIA 1086DD3F
📅 20/09/21 03:30 a 06/12/21 08:00 UTC
🕒 SEP 21 22 0230-0800 SEP 20 27 OCT 04 11 18 25 NOV 01 08 15 22 29 DEC 06 0330-0800

```

Figura 6 – NOTAM D1365/ NOTAM D1366 SBGR (DECEA, 2021).

#### 4 CONSCIÊNCIA SITUACIONAL

Segundo Reason (2008), é possível recuperar-se de uma situação de risco até determinado ponto. Todavia, antecipar quando e onde esses perigos acontecerão é a parte mais difícil. Para o autor, a recuperação de uma situação de risco é constituída por três elementos:

1. Identificação e avaliação de um perigo esperado;
2. Desenvolvimento, teste e treinamento de medidas mitigadoras do risco; e
3. Consciência situacional, para que medidas eficazes sejam aplicados no tempo correto

Todos esses três fatores são essenciais para uma recuperação bem-sucedida; entretanto,, a consciência situacional é o mais importante. Ela é certamente a mais difícil de ser adquirida e a mais universalmente necessária. Considerando que os perigos e suas contramedidas são específicos para lugares e horários distintos, boa consciência situacional é pré-requisito para a sobrevivência frente aos perigosos (REASON, 2008).

Consciência situacional pode ser definida como “a percepção dos elementos do ambiente no tempo e espaço, a compreensão de seu significado e a projeção de seu status em um futuro próximo” (ENDSLEY, 2004, p. 13). “Em um estudo, 60% dos incidentes de aeronaves ocorreram quando ambos os pilotos experimentaram perda de consciência situacional” (JENTSCH et al., 1997, p. 1379)

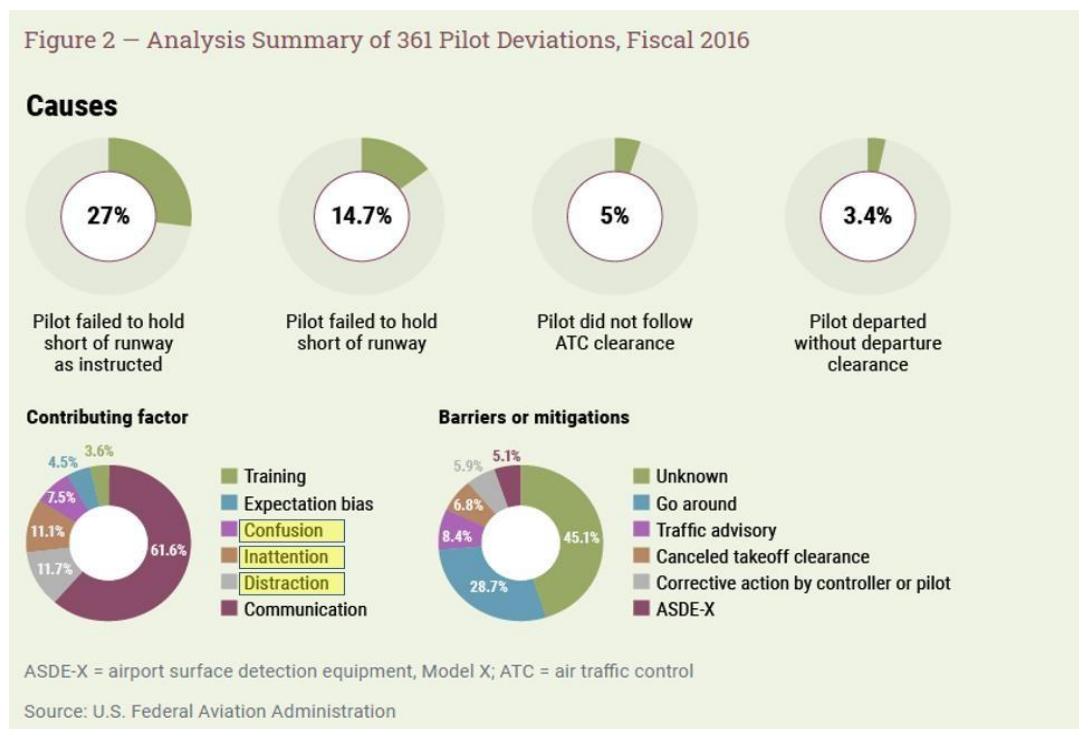


Figura 7 – Análise de desvios de pilotos (Fonte: FLIGHT SAFETY FOUNDATION, 2017).





pilotos estavam relacionados a não perceber as informações necessárias ao entendimento do contexto que se apresentava. Em alguns casos (cerca de dois quintos), isso ocorreu porque as informações necessárias não foram fornecidas ou foram fornecidas de modo confuso devido às limitações ou deficiências do sistema (ENDSLEY, 2004).

Sobrecarga de informação também impacta no Nível 1 da consciência situacional, pois, em algumas ocasiões, todos os dados estão presentes e disponíveis, porém a informação chave não é detectada. No caso do ACA759, o NOTAM tinha 27 páginas e a informação de fechamento da pista estava na página 8: um exemplo típico de sobrecarga de informações.

Muito compreensivelmente, a sobrecarga de informações cria um desafio significativo para Consciência Situacional. Se são mensagens mais auditivas ou visuais do que podem ser processadas, a consciência da pessoa pode ser rapidamente desatualizada ou conter lacunas, qualquer uma das quais pode constituir desvantagem significativa para compor uma imagem mental do que está acontecendo (ENDSLEY, 2004, p. 36).

## **Nível 2 – Compreensão da situação em andamento**

É o entendimento da informação percebida e como ela está relacionada com nossos objetivos.

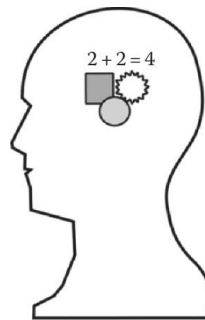


Figura 9 – Nível 2 da Consciência Situacional – Compreensão (Fonte: ENDSLEY, 2003).

Aproximadamente 19% dos erros de Consciência Situacional na aviação envolvem problemas no Nível 2 (JONES; ENDSLEY, 1996. P. 43).

Nesses casos, as pessoas são capazes de ver ou ouvir os dados necessários (Nível 1 SA), mas não são capazes de entender corretamente o significado dessa informação. (ENDSLEY, 2004, p. 17)

## **Nível 3 – Projeção de status futuro**

A projeção de status futuro está relacionada à percepção dos dados da maneira correta, com a compreensão de como eles estão relacionados com o objetivo, conseguindo projetá-los em situações futuras.

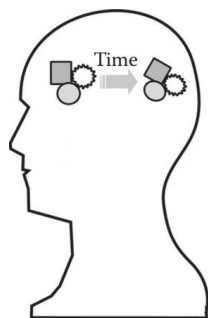


Figura 10 – Nível 3 da Consciência Situacional – Projeção (Fonte: ENDSLEY, 2004).

Apenas 6% de erros de CS foram identificados nesta categoria em um exame de erros de CS em aviação (Jones e Endsley, 1996).

O comandante do voo ACA759 disse, durante a investigação, que realizou a leitura do NOTAM de fechamento da pista, discutiu a informação no pré-voo com o primeiro-oficial e, não consideraram como informação relevante devido ao horário do pouso. Com o atraso do voo no *pushback*, tempo de operação do voo, falha na revisão do NOTAM no *briefing* de aproximação e questões relacionadas à fadiga, essa informação - que era conhecida - não foi lembrada (NTSB, 2018).

Considerando que a falha, no caso do voo ACA759, tem como fator contribuinte a ausência de percepção de informações relevantes do NOTAM (devido ao fato de ter várias páginas e ser codificado). Assim, é possível dizermos que o sentido afetado no Nível 1 da consciência situacional da tripulação, por conta das características de confecção das informações, foi o sentido da visão.

A percepção visual envolve fazer suposições derivadas de processos heurísticos. Heurísticas são essenciais para simplificar um mundo complexo. Elas funcionam bem na maioria das vezes, mas também podem levar a erro.”  
(REASON, 2008, p. 122)

A citação acima e a fala do presidente do NTSB em relação ao formato dos NOTAM, que atualmente se assemelham à linguagem de programação de computadores, deixam clara a importância de serem estudados novos métodos para facilitar a divulgação e a compreensão das informações, principalmente em etapas onde a carga de trabalho aumenta e há a necessidade de que decisões sejam tomadas rapidamente.

## 5 SUGESTÃO DE MELHORIA DE APRESENTAÇÃO DO NOTAM

Com o avanço da tecnologia, documentos que antes eram disponibilizados somente em papel, agora podem ser facilmente acessados no formato digital. Um dos

grandes avanços que essa evolução digital trouxe para a aviação foi a possibilidade de que os pilotos carreguem enorme quantidade de documentos em *tablets* e aplicativos que auxiliam no planejamento de voo, consulta meteorológica, consulta de carta de rotas e demais itens que fazem parte da rotina dos usuários dessas informações.

Essa tendência não está mudando somente o modo como são disponibilizadas e armazenadas as informações aeronáuticas, mas também o formato que essas informações são apresentadas. Um exemplo dessa mudança é o novo site REDEMET, gerenciado pelo DECEA e usado para consulta de informações meteorológicas como METAR (Meteorological Aerodrome Report) e TAF (Terminal Aerodrome Forecast) dos aeródromos.

O site foi atualizado em 23 de março de 2021: é a sua quinta versão desde 1998 (DECEA, 2021). Conforme pode ser observado no Figura 11, o METAR e o TAF, assim como o NOTAM, são codificados.

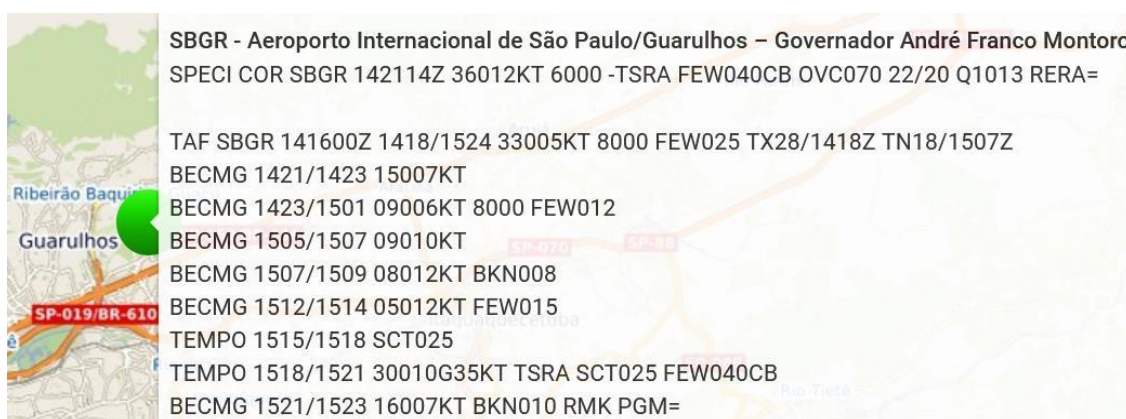


Figura 11 – METAR/TAF SBGR Codificado (Fonte: AISWEB, 2021).

Dentre as diversas funcionalidades do site, a atualização traz uma nova maneira de apresentar o METAR e o TAF, com a opção codificado e decodificado (Figura 12).



<b>AEROPORTO INTERNACIONAL DE SÃO PAULO</b>	14/10/2021
SBGR - São Paulo/SP	22°C 
23°25'56" S / 46° 28'9" W	21:35(UTC)

METAR/TAF: Codificado Decodificado
**ASWEB**  
ROTAER

**METAR:**

Céu: nublado UR: 78%

Visibilidade: Maior ou igual à 10km

Teto: 2000ft ou 610m

Condições do Tempo: Trovoada / Chuva

Vento: 340° com 16KT ou 30km/h

**TAF:**

Previsão de 14/10 18:00:00 à 16/10 00:00:00

Vis: 8000 Vento: 330° com 5KT ou 9km/h Temp Máx: 28 as 18:00 de 14/10 Temp Mín: 18 as 07:00 de 15/10

Tornando-se de 14/10 21:00 à 14/10 23:00 com:  
Vento: 150° com 7KT ou 13km/h

Figura 12 – METAR/TAF SBGR Decodificado (AISWEB, 2021).

Como evidenciado, o avanço da tecnologia está permitindo que mensagens que foram concebidas em códigos - para diminuir o tamanho de textos e tempo de leitura - podem ser apresentadas de modo mais claro e de fácil entendimento.

Seguindo no mesmo curso, uma nova maneira de visualização de NOTAM, especialmente aquela relacionada às pistas de pouso e decolagem e às *taxiways*, pode aumentar a consciência situacional de quem recebe a informação e constituir ação mitigadora de ocorrências de incursão em pista.

A proposta de uma nova visualização dos NOTAM permitiria que pilotos a partir de *tablets* ou *EFB (Electronic Flight Bag)* possam acessar o NOTAM e identificar de modo rápido a informação pertinente à etapa do voo que está sendo realizada. Para isso, seria necessária não só apenas a decodificação das informações, mas também a utilização de outros recursos visuais.

Conforme proposto abaixo, é necessária a criação de uma ferramenta para consumir as informações geradas por meio dos NOTAM, converter a linguagem de códigos para textos mais acessíveis e trazer imagens sobre o *layout* do sítio aeroportuário ao qual o NOTAM se refere.

A ferramenta (que pode ser um aplicativo ou mesmo a plataforma AISWEB) precisa, primeiramente, ter opção de filtro para que o usuário possa rapidamente buscar somente os NOTAM que tenham relação com a etapa desejada. Assim, já seria possível redução na quantidade de informações que são apresentadas aos pilotos.

Conforme exemplificado na Figura 13, após utilizar os filtros, seriam listados todos os NOTAM do Aeroporto Internacional de Guarulhos relacionados ao aeródromo, rotas aéreas e auxílios terrestres. A intenção é a de que, após a utilização dos filtros, o piloto possa abrir a mensagem para obter uma visualização mais simples, conforme Figura 14.

Localidade	<input type="text" value="SBGR"/>	FIR	<input type="text" value="SBBS"/>	Tipo	<input type="button" value="Nacional"/> <input type="button" value="Internacional"/>
Assunto	<input type="text"/>				
<b>AGA - Aeródromos, Rotas Aéreas e Auxílios Terrestres</b> CNS - Comunicações, Navegação e Vigilância ATM - Gerenciamento de Tráfego Aéreo OTR – Outros	<div style="text-align: right;"><b>AGA</b></div> <input type="checkbox"/> <b>D1504/21</b> <b>R</b> <b>D1495/21</b> 27/09/2021 19:21 Q) SBCW/QMRLC/IV/NBO /A /000/999/2326S04628W005 RWY 09L/27R CLSD DEVIDO SER MAINT ORIGEM: SDIA 7C6E822D 📅 28/09/21 04:45 a 25/12/21 08:00 UTC 🕒 SEP 28 OCT 4 5 11 12 0445-0749 OCT 21 TIL NOV 13 18 DEC 25 TUE TIL SAT 0230-0800				
	<input type="checkbox"/> <b>D1503/21</b> <b>R</b> <b>D1491/21</b> 27/09/2021 19:12 Q) SBCW/QMRLC/IV/NBO /A /000/999/2326S04628W005 RWY 09R/27L CLSD DEVIDO SER MAINT ORIGEM: SDIA 7C6E822D 📅 29/09/21 03:30 a 20/12/21 08:00 UTC 🕒 SEP 29 30 OCT 6 7 13 14 0330-0800 OCT 18 TIL DEC 20 0330-0800 OCT 19 20 0230-0800				

Figura 13 – Exemplo de filtro de NOTAM (Fonte: AUTOR, 2021).



Figura 14 – Proposta de visualização de NOTAM (Fonte: AUTOR, 2021).

A Figura 14 demonstra todas as informações que são fornecidas pelos NOTAM na atualidade; porém, de maneira que irá facilitar a leitura e a compreensão das informações.

Segue abaixo a lista de modificação:

### 1 - *Layout* da mensagem

A mensagem foi dividida em quadros para facilitar a apresentação das informações aos pilotos. Houve também mudança da ordem dos campos, para que as informações com maior relevância sejam destacadas e, aquelas que se relacionam, estejam próximas umas das outras.

### 2 - NOTAM decodificado

Conforme descrito ao longo do artigo, a codificação das informações pode causar confusão na leitura do NOTAM. Nessa nova formatação, nenhuma informação foi suprimida do NOTAM original, sendo realizada apenas a conversão de códigos, de modo que seja possível a leitura sem consulta à material auxiliar, como TCA-53-1, para identificar possíveis códigos desconhecidos pelos pilotos. Também foi destacada, em vermelho, a principal informação do NOTAM. No exemplo acima, o fechamento da pista para manutenção.

### 3 - Status do dia

Essa é uma sugestão de informação que hoje não é disponibilizada de maneira clara aos pilotos. O campo D dos NOTAM informa quais são os períodos que a mensagem estará ativa, mas existem NOTAM em que esse campo pode apresentar grande quantidade de períodos, aumentando o volume de informações disponibilizadas e, conseqüentemente, o tempo de leitura. A intenção do campo é de possibilitar uma consulta rápida e verificar se o NOTAM está ativo no dia da consulta. Caso não esteja ativo naquele dia, é informado ao usuário em quanto tempo o próximo período entrará em vigor.

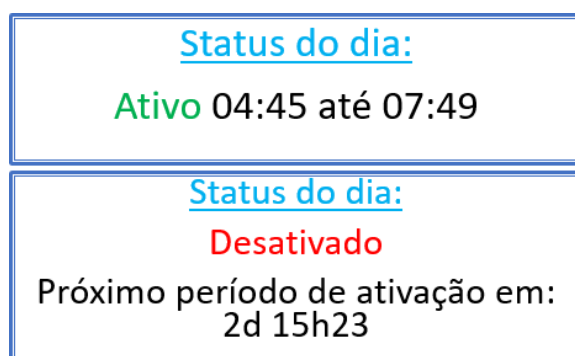


Figura 15 – Status do dia – Imagem com o *layout* do sítio aeroportuário (Fonte: AUTOR, 2021).

Com o uso da tecnologia do Google Earth, no momento da confecção do NOTAM, seria possível obter imagens do sítio aeroportuário, inserir marcações para ilustrar e destacar áreas mencionadas no NOTAM (Figura 16) e assim, apresentá-las aos pilotos (podendo ser uma pré-visualização da aproximação da pista em uso ou a *taxiway* durante a rolagem), aumentando sobremaneira o nível de percepção da situação e do ambiente que será encontrado no futuro próximo.

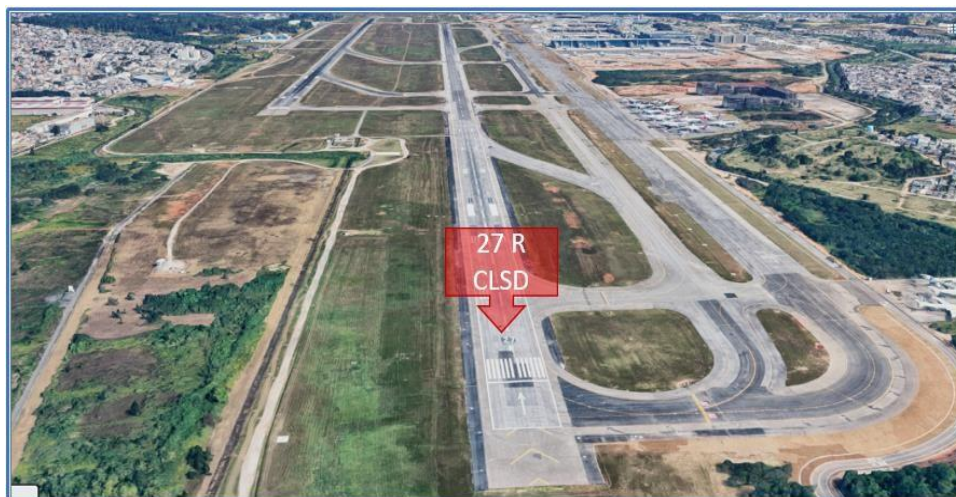






Figura 16 – Imagens com o *layout* do sítio aeroportuário (Fonte: Adaptado do GOOGLE EARTH pelo autor, 2021).

## 6 SÍNTESE E LIMITAÇÕES DO TRABALHO

É possível observar que a proposta possibilitará a busca rápida de NOTAM para cada etapa do voo e apresentará elementos que auxiliam a percepção visual dos pilotos para as informações com maior relevância, diferentemente do método codificado. Por possuir essas características, a metodologia sugerida aumentará consideravelmente a consciência situacional de pilotos, mitigando incursões em pista.

No que tange às limitações deste estudo, não foi possível realizar pesquisa diretamente com pilotos para obter opiniões sobre o formato de NOTAM oferecido atualmente, bem como verificar se haveria aceitação da proposta de melhoria de apresentação dessas informações. A pesquisa sobre variações de NOTAM de fechamento de pista ou *taxyway* não foi realizada, o que poderia exigir outros formatos de apresentação de imagens sobre interdições. A proposta de visualização traz a ideia de como poderiam ser apresentadas as informações, não sendo criada nenhuma ferramenta que contemple algoritmos de decodificação de NOTAM e apresentação de imagem do sítio aeroportuário.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do estudo de caso do incidente do Air Canada voo 759, com base no relatório de investigação do NTSB (2018), que identificou o NOTAM como fator

contribuinte para o incidente, é possível verificar a necessidade de revisão do processo de criação e divulgação das informações contidas nessas mensagens.

É compreensível que, nos primórdios da aviação, a restrição tecnológica obrigasse a emissão e a distribuição de informações relevantes para o ambiente aeronáutico (que não são poucas e simples) por meio da codificação de mensagens. Entretanto, assim como a indústria da aviação tem evoluído rapidamente no transcorrer dos últimos anos, isso é algo que pode ser melhorado e aperfeiçoado.

O presente artigo teve por objetivo demonstrar que seria possível disponibilizar um modo mais claro, amigável e dinâmico para a apresentação das informações aeronáuticas, aproveitando-se de ferramentas tecnológicas disponíveis na atualidade. Por derradeiro, é possível concluirmos que todos os objetivos do trabalho foram cumpridos à medida em que foi apresentada a definição e as principais características do NOTAM, sua importância para as operações aéreas e uma proposta simplificada de novo modelo dessa mensagem, que poderia aumentar a consciência situacional na área de manobras de um aeródromo, mitigando as ocorrências de incursão em pista, seja na fase de táxi, decolagem ou pouso de aeronaves.

## 8 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como proposta para trabalhos futuros, o presente artigo sugere:

- A realização de pesquisa com pilotos para identificar dificuldades e sugestões de melhorias para os NOTAM;
- A criação de método para conversão de variáveis de códigos de NOTAM e melhor apresentação das informações com imagens, em aplicativos ou sites; e
- O estudo sobre as variações de NOTAM que aumentem a probabilidade de incursão em pista;

## REFERÊNCIAS

COMANDO DA AERONÁUTICA DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO (DECEA). **Tabela do Comando da Aeronáutica (TCA) 53-1 – CÓDIGOS NOTAM**. Brasília, 2015.

COMANDO DA AERONÁUTICA. DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO (DECEA). **AISWEB**. Disponível em: <<https://aisweb.decea.mil.br/>>. Acesso em: 1 set. 2021.

COMANDO DA AERONÁUTICA. DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO



- AÉREO (DECEA). **Instrução do Comando da Aeronáutica (ICA) 53-1 – NOTAM**. Brasília, 2020.
- COMANDO DA AERONÁUTICA. DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO (DECEA). **REDEMETS**. Disponível em: <<https://redemet.decea.mil.br/>>. Acesso em: 14 out. 2021.
- ENDSLEY, D.; MICA, R.; JONES, G. **Designing for situation awareness: an approach to user-centered design**. Boca Raton: CRC Press, 2004.
- INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION (ICAO). **DOC 4444 - Procedures for air navigation services**. Air Traffic Management. Quebec, 2016.
- JENTSCH, F.; BARNETT, J.; BOWERS, C. **Loss of aircrew situation awareness: a cross-validation**. In Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 41st Annual Meeting (p. 1379). Santa Monica, CA: Human Factors and Ergonomics Society, 1997.
- NATIONAL TRANSPORTATION SAFETY BOARD (NTSB). **Aircraft Incident Report NTSB/AIR-18/01 PB2018-101561 - Taxiway Overflight Air Canada Flight 759 Airbus A320-211, C-FKCK San Francisco, California July 7, 2017 - September 25, 2018**.
- NATIONAL TRANSPORTATION SAFETY BOARD (NTSB). **Board Meeting: Aircraft Incident Report - Taxiway Overflight, Air Canada Flight 759, Airbus A320-211, C-FKCK, San Francisco, California, July 7, 2017. AIRBOYD**. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=8uT7Z1Oqkd4>>. Acesso em: 25 set. 2021.
- NATIONAL TRANSPORTATION SAFETY BOARD (NTSB). **Safety Recommendation A-18-024**. Disponível em: <<https://data.ntsb.gov/carol-main-public/sr-details/A-18-024>>. Acesso em: 25 set 2021.
- REASON, J. **The human contribution: unsafe acts, accidents and heroic recoveries**. Boca Raton: CRC Press, 2008.
- WERFELAM, L. **Tracking runway incursions**. Flight Safety Foundation. Disponível em: <<https://flightsafety.org/asw-article/tracking-runway-incursions/>>. Acesso em: 10 ago. 2021.

---

# O CONSTRUTO 'LIDERANÇA ENGAJADORA POSITIVA' E A FORMAÇÃO DE HABILIDADES NÃO TÉCNICAS PARA OS COMANDANTES DE AERONAVES

*Mario Henrique Rondon<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Graduado em Ciências Aeronáuticas com habilitação em aviação militar pela Academia da Força Aérea - AFA, Mestre em educação pela Universidade Católica de Brasília – UCB e Especialista em Regulação na Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC.

---

**RESUMO:** Este ensaio tem por objetivo contribuir para o aprimoramento da formação do 'construto de liderança' para comandantes de aeronaves, na perspectiva da Psicologia Organizacional Positiva (POP), com ênfase no desenvolvimento e aprimoramento dos elementos que compõem o 'capital psicológico' dos pilotos, elemento fundamental do Comportamento Organizacional Positivo (POB), bem como as habilidades do comandante de voo na criação de um ambiente positivo, relacionamento, senso de trabalho e comunicação: elementos essenciais da Bolsa Organizacional Positiva (POS). O comandante da aeronave deve estar preparado para liderar em um ambiente de alta pressão, bem como em tarefas altamente complexas. Em situações normais e de crise, espera-se que o comandante da aeronave seja o responsável por liderar sua equipe e garantir o bom funcionamento e o encerramento, em segurança, de uma operação aérea. Como metodologia, este ensaio fez uso de abordagem qualitativa. O método de pesquisa é o hipotético dedutivo. Quanto aos procedimentos de coleta e análise dos dados, foi realizada uma revisão narrativa, com pesquisa bibliográfica sobre o tema liderança na perspectiva da Psicologia Organizacional Positiva (POP). Por escopo, identificar como os aspectos da Psicologia Organizacional Positiva (POP) podem contribuir para a formação do 'construto de liderança', habilidade não técnica, em comandantes de aeronaves. Os resultados apontaram para a possibilidade de redesenhar o treinamento de *soft skills* para comandantes de aeronaves (CRM) no que se refere ao construto liderança na perspectiva da Psicologia Organizacional Positiva (POP), com o desenvolvimento do *PsyCap* (capital psicológico) do tripulante e o aperfeiçoamento de uma liderança engajada.

**PALAVRAS-CHAVE:** Liderança. Comandante. Habilidade não técnica.

## THE 'POSITIVE ENGAGING LEADERSHIP' CONSTRUCT AND THE TRAINING OF NON-TECHNICAL SKILLS FOR AIRCRAFT COMMANDERS

**ABSTRACT:** This essay can contribute to the improvement of training the 'leadership construct' for aircraft commanders from the perspective of Positive Organizational Psychology (POP), with an emphasis on developing and improving the elements that make up the 'psychological capital' of pilots, A fundamental element of Positive Organizational Behavior (POB), as well as the flight commander's skills in creating a positive environment, relationship, sense of work and communication, essential elements of the Positive Organizational Exchange (POS). The aircraft commander must be prepared to lead in a high pressure environment as well as in highly complex tasks. In normal and crisis situations, the aircraft commander is expected to be responsible for

leading his team and ensuring the smooth running and safe closure of an air operation. As a methodology, this essay used a qualitative approach and the research method is the deductive hypothetical. As for the procedures for data collection and analysis, a narrative review was carried out, with bibliographical research on the topic of leadership from the perspective of Positive Organizational Psychology (POP). The objective is to identify how aspects of Positive Organizational Psychology (POP) can contribute to the formation of the 'leadership construct', a non-technical skill, in aircraft commanders. The results pointed to the possibility of redesigning soft skills training for aircraft commanders (CRM) with regard to the leadership construct from the perspective of Positive Organizational Psychology (POP), with the development of the PsyCap (psychological capital) of the crew and the developing an engaged leadership.

**KEYWORDS:** Leadership. Commander. Non-technical skill.

## 1 INTRODUÇÃO

O ambiente aeronáutico vem sofrendo grandes transformações na forma como as operações aéreas são conduzidas. Mudanças dentro e fora do *cockpit* demandam dos comandantes de aeronaves a capacidade de se autoliderar em um ambiente complexo, bem como liderar uma equipe com vistas a realizar, de forma segura, os voos sob sua responsabilidade.

Entre as mudanças, Rondon (2012) destaca que

as novas perspectivas [tecnológicas] alavancam a utilização de aeronaves tecnologicamente avançadas (TAA) e exigem de pilotos novas competências para o uso dessa automação. Diferentes tipos de automação, em seus diferentes níveis, estão requerendo formas diversificadas de interação do homem com a máquina e, com isso, exigem novas perspectivas do processo de ensino-aprendizagem para esses pilotos (RONDON, 2012, p.9).

O autor destaca, ainda, que

em um ambiente altamente tecnológico, como se apresenta a cabine de voo nas modernas aeronaves – TAA, em alguns momentos há a necessidade de se conviver com um processo decisório múltiplo, no qual diversas variáveis estão envolvidas, de sistemas distintamente avançados (Pessoas, meteorologia, computadores, social, organizacional, entre outros).

Decisões competentes, ou seja, decisões que reflitam segurança, economia e uma boa operação com a automação nas cabines de comando de uma TAA, envolvem diversas variáveis, ou melhor, diferentes modos dos sistemas de automação das aeronaves, em diferentes situações ao longo de um voo (RONDON, 2012, p.49).

Schwab (2016) defende que as mudanças sociais estão ocorrendo de forma tão profunda que os líderes precisam dar a devida atenção à maneira pela qual buscam alternativas para resolver os desafios pessoais, organizacionais e, no caso da aviação, operacionais. O autor defende a importância de se buscar novas perspectivas no

processo de liderança, uma vez que a formação atual de líderes é composta, basicamente, de um pensamento tradicional linear, muitas vezes não preparado para as mudanças na escala, no escopo e na complexidade com que vêm ocorrendo.

Por uma conduta mais cuidadosa dos pilotos, importante destacar o que defende Rondon (2012), ao indicar que

decisões competentes, ou seja, decisões que reflitam segurança, economia e uma boa operação com a automação nas cabines de comando de uma TAA, envolvem diversas variáveis, ou melhor, diferentes modos dos sistemas de automação das aeronaves, em diferentes situações ao longo de um voo (RONDON, 2012, p.49).

Entre as situações salientadas nesse complexo ambiente aeronáutica, estão as diferentes relações geradas na atividade aérea, seja dentro da aeronave, seja fora.

Para Magaldi e Salibi Neto (2018), o novo momento, proporcionado pela denominada “quarta Revolução Industrial”, apresenta-se como uma influência de forças tecnológicas que transformam a “forma como indivíduos vivem, trabalham e se relacionam” e tais transformações podem ser percebidas como rupturas que ocorrem na maneira de gerenciar, além de impactar diretamente o modo de educar, o tipo de formação de gestores e líderes, bem como o desenvolvimento de competências para encarar esse momento disruptivo.

Destaca-se, neste ensaio, o desafio dos relacionamentos no ambiente altamente complexo da aviação.

Não diferente de outras aéreas, o ambiente operacional aeronáutico vem sendo profundamente impactado com os elementos que caracterizam a quarta revolução industrial (tecnologias disruptivas como robótica, inteligência artificial, realidade aumentada, big data, internet das coisas, entre outros).

Neste sentido, este ensaio tem a intenção de identificar como a Psicologia Organizacional Positiva (POP) pode contribuir no aprimoramento de programas de treinamentos do construto liderança, trabalhados especialmente nos cursos de CRM<sup>1</sup> (Gerenciamento de recursos de companhia), que permitam aos comandantes de aeronaves em seus ambientes operacionais, foco deste ensaio, desenvolverem as

---

<sup>1</sup> Gerenciamento de Recursos de Equipes (*Corporate Resource Management - CRM*), o termo *Corporate* (Equipes) é utilizado para expressar todas as equipes que compõem uma organização envolvida na atividade aérea, tais como, mas não limitado a: tripulantes técnicos e de cabine, pessoal da manutenção, despachantes operacionais de voo e de terra, pessoal de rampa, pessoal de *check-in/check-out*, alta direção, pessoal administrativo e outros segmentos, de acordo com a IS 00-010A - Treinamento em Gerenciamento de Recursos de Equipes (*Corporate Resource Management – CRM*) (BRASIL, 2020).

competências necessárias para criar um ambiente operacional com tripulantes engajados.

Vale salientar que o treinamento de CRM, em sua 6ª geração, tem como uma de suas finalidades promover o aprimoramento no relacionamento entre as diversas funções de uma empresa aérea, envolvidos direta e indiretamente em uma operação aérea, no intuito de fortalecer o gerenciamento de erros e ameaças ao longo das operações aéreas (KANKI, HELMREICH e ANCA, 2010).

Para este estudo, entretanto, deu-se ênfase em uma proposta de desenvolvimento da liderança, como um construto, voltada para os comandantes de aeronave, como uma proposta de aprimorando no desenvolvimento dessa competência, bom como auxiliar pilotos a melhorarem indicadores comportamentais quando da avaliação desses indicadores (UT MARKERS/MODELO NOTECHS) (BRASIL, 2020). A ampliação dos conceitos, aqui discutidos, a todas as funções de uma empresa aérea, será sempre positiva para aprimorar relacionamentos mais produtivos.

## **2 DISCUSSÃO**

### **Psicologia Organizacional Positiva (POP)**

Como afirmam Donaldson e Ko (2010), a Psicologia Organizacional Positiva (POP) ainda não foi claramente definida e amplamente utilizada na literatura. Foi, entretanto, estudada sob vários rótulos e várias definições diferentes, entre elas, psicologia positiva no trabalho, psicologia positiva para o local de trabalho e organização positiva.

Os mesmos autores sugerem, ainda, o termo *Positive Organizational Psychology* (POP) - Psicologia Organizacional Positiva – para abarcar as abordagens dentro das organizações que façam uso de elementos trazidos pela Psicologia Positiva (DONALDSON e KO, 2010).

O movimento da Psicologia Positiva (PP) se delinea como o estabelecimento de um *framework* com o entendimento e a construção de fatores que permitam aos indivíduos, às comunidades e às sociedades buscarem um desempenho ótimo e, também, bons resultados com o uso de suas forças e virtudes (CSIKSZENTMIHALYI; SELIGMAN, 2000).

A POP, como área do conhecimento, abarca os estudos científicos sobre as experiências e os traços subjetivos positivos nas instituições, sendo definida como o estudo da subjetividade positiva de experiências e traços no local de trabalho, nas

organizações positivas e, ainda, seu impacto na melhora da eficácia e da qualidade de vida nas organizações.

Para este ensaio, entende-se instituições positivas como o ambiente operacional de voo que, de alguma maneira, é influenciado pelos comportamentos dos comandantes de aeronave.

De forma bem contundente, a competência de liderar, não negligenciando outras competências ‘não técnicas’, é um importante preditor sobre o desempenho e a satisfação dos empregados, a efetividade do grupo e o desempenho de determinada organização (DERUE e WORKMAN, 2012; MAGALDI e SALIBI NETO, 2018).

No intuito de se permitir o desenvolvimento do construto liderança com ênfase nos princípios da PP, estudiosos no campo do comportamento e da teoria organizacional passaram a observar o impacto de se focar em forças e virtudes de pessoas e organizações no atingimento de resultados. Tais estudos resultaram em dois movimentos para a psicologia positiva organizacional (POP) - (JEUNG, 2011; GOLDEN, 2006; LUTHAN, 2002):

1. *Positive Organizational Scholarship* (POS); e
2. *Positive Organizational Behavior* (POB)

### **Positive Organizational Scholarship - POS**

A POS é definida como "o estudo daquilo que é positivo, próspero e vivificante nas organizações". As três palavras positivo, organizacional e *scholarship* significam, respectivamente, "os processos de elevação de resultados nas organizações", "a dinâmica interpessoal e estrutural provocada nas e por meio das organizações, levando em consideração o contexto em que ocorrem os fenômenos positivos" e "a investigação científica, teoricamente derivada e rigorosa daquilo que é positivo em contextos organizacionais" (CAMERON; CAZA, 2004).

O conceito de “Liderança Positiva” apresentado por Cameron (2012) defende o desenvolvimento de competências nas pessoas de forma a possibilitarem um desempenho ótimo, com a adoção de uma orientação afirmativa e positiva nas organizações e produzindo, com isso, um foco nas virtudes e no que há de melhor no ser humano.

De acordo com Cameron (2012:124) os princípios que orientam a liderança positiva, em prol de viabilizar um desempenho extraordinário nas pessoas de uma organização e a geração de um ambiente saudável para atividades seguras, são:



1. o fomento de um local de **‘clima positivo’**. Que compreende geração, por meio da liderança, de um ambiente de compaixão, perdão e expressão de gratidão;
2. fomentar **‘relações positivas’** entre os membros da equipe. Com base nos estudos que indicam que ‘relações interpessoais positivas’ geram momentos de alta performance, criando confiança na equipe e capitalizando as forças pessoais e os melhores atributos de cada colaborador;
3. fomentar um ambiente de **‘comunicação positiva’**. Há evidências empíricas que demonstram que um ambiente de comunicação aberta e positiva, com bons feedbacks e uma comunicação empática, colabora para melhorar o nível de conexão da equipe e como consequência dos resultados alcançados; e
4. fomentar **‘sentido ou significado positivo’** ao trabalho.

Esses princípios contribuem para a criação de um ambiente organizacional mais profícuo e de resultados mais efetivos. A intenção é permitir que os comandantes de aeronave percebam a relevância de suas ações para a criação de um ambiente operacional, no qual os membros das tripulações possam desempenhar suas funções no melhor uso possível de suas forças, virtudes, competências e seus valores.

### **Positive Organizational Behavior - POB**

A POB refere-se ao estudo e à aplicação de indicadores positivos dos recursos humanos e psicológicos, mensuráveis, possíveis de serem desenvolvidas e gerenciadas para melhorar o desempenho no local de trabalho (LUTHANS, 2002).

Segundo Luthans (2002), a POB é definida como:

Estudo e aplicação, positivamente orientada, dos pontos fortes dos recursos humanos e capacidades psicológicas, que podem ser medidas, desenvolvidas e efetivamente gerenciadas para o aumento de performance nos locais de trabalho atuais (LUTHANS, 2002, p. 59)

Tais capacidades psicológicas estão no centro da discussão da POB, e formam o construto denominado ‘Capital Psicológico’ ou PsyCap, que se soma aos conceitos de capital humano e social dentro das organizações. O PsyCap é o que é chamado na literatura como um “construto positivo de primeira ordem constituído de outros quatro construtos: esperança, otimismo, autoeficácia e resiliência”, formando o acrônimo HERO (LUTHANS, YOUSSEF e AVOLIO, 2007c, 2007d).

Vale distinguir que o ‘capital humano’ diz respeito ao “o que você sabe”; o ‘capital social’, “a quem você conhece ou se conecta”; e o ‘capital psicológico’, a “quem você é” (LUTHANS et al., 2003).

Segundo Luthans et al. (2007a), o capital psicológico positivo é definido como:

Um estado psicológico positivo de desenvolvimento do indivíduo que é caracterizado por (1) ter confiança (eficácia) em colocar o esforço necessário para assumir e ter sucesso em tarefas desafiadoras; (2) fazendo uma contribuição positiva (otimismo) sobre ter sucesso agora e no futuro; (3) perseverando rumo às metas e quando necessário, redirecionando trajetórias a metas (esperança) a favor do sucesso; e (4) quando assolado por problemas e adversidades, sustentar e até mesmo resistir (resiliência) para alcançar o sucesso. (LUTHANS; YOUSSEF; AVOLIO, 2007a, p. 3)

O PsyCap é um construto nuclear que pode ser considerado multidimensional, para o qual cada um dos quatro recursos psicológicos positivos contribui sinergicamente (LUTHANS et al., 2007b).

Ao lado desses quatro recursos psicológicos apresentados, acrescentam-se, ainda, outros recursos psicológicos da PP que também são sugeridos para a coleção do construto PsyCap, a saber: gratidão, *mindfulness*, coragem, *flow*, inteligência emocional, autenticidade, espiritualidade, que ainda estão sendo investigados (LUTHANS e YOUSSEF, 2015; LUTHANS, YOUSSEF, AVOLIO, 2015).

Segundo Luthans et al. (2007b), o capital psicológico do líder relaciona-se positivamente com a *performance* de seus liderados reforçando que os elementos esperança, otimismo e resiliência estão ligados a maior satisfação e felicidade no trabalho.

Em virtude disto, o PsyCap vem sendo considerado, em diversos aspectos, como um recurso estratégico excepcional, considerando a sua influência à *performance* humana, à satisfação com o trabalho, à cidadania e ao compromisso organizacional (ARDICHVILI, 2011).

O desenvolvimento do capital psicológico nos comandantes de aeronaves é essencial para que possa fazer uso adequado de todos os recursos disponíveis para a realização de sua missão, como bom uso dos capitais humano, social e psicológico de cada membro de sua tripulação. O capital psicológico pode ainda ser avaliado por meio do *Psychological Capital Intervention - PCI* (LUTHANS et al., 2006).

Como destaca Falluco (2018), para um piloto, particularmente um comandante de linha aérea, o bem mais precioso é o seu ‘ego’. Ressalta que, em um ambiente tão

complexo como o aeronáutico, um ‘ego’, como um aspecto psicológico do profissional, não equilibrado ou bem trabalhado pode elevar os riscos de acidentes, quando não permite a geração de um ambiente construtivo para a equipe.

Com a intenção, portanto, de criar condições de serem mantidos ou melhorados os níveis de segurança relacionados ao fator humano, o desenvolvimento do capital psicológico (PsyCap) de comandantes de aeronave, bem como de todos os tripulantes, pode contribuir para o aprimoramento da competência de liderança dos pilotos.

Para Nikolova et al. (2019), a POB, com o desenvolvimento do capital psicológico de líderes e liderados, amplia o nível de engajamento das pessoas, em virtude de a liderança se preocupar, genuinamente, em criar um ambiente que viabilize o atendimento das necessidades psicológicas inatas de cada pessoa, entre elas a de autonomia, de conexão (relacionamentos positivos) e da crença na competência em se realizar um bom trabalho.

#### **A Teoria da Autodeterminação e o construto liderança**

O modelo de liderança engajadora positiva, leva em consideração as três necessidades psicológicas humanas: a autonomia, a competência e a conexão entre as pessoas. A teoria da Autodeterminação (SDT) aponta que as pessoas possuem, naturalmente, a necessidade de se sentirem no controle de suas decisões ou mesmo terem liberdade de ação, e ainda perceberem que suas competências são respeitadas, bem como se sentirem fazendo parte de um grupo que as respeitam (DECI e RYAN, 2000).

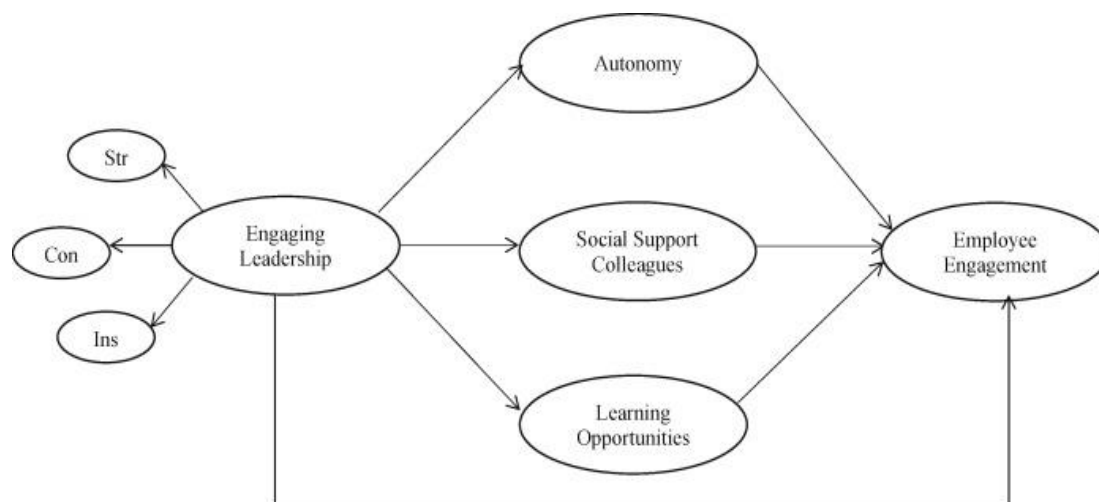


Figura 1 - Conceptual Model (Fonte: NIKOLOVA et al., 2019).

Coadunando com os princípios da POP, a SDT preocupa-se, em particular, com os processos psicológicos que promovam um ótimo funcionamento e boa saúde das pessoas envolvidas nas diversas atividades.

A SDT assume, da mesma forma que a POS, de que as pessoas tendem a ser proativas e direcionadas ao crescimento, bem como orientadas e inclinadas ao seu desenvolvimento pessoal e profissional. Contudo, essas tendências naturais de “desenvolvimento em direção à autonomia (integração interna) e homonomia (integração social)”, supõe-se que exija “nutrientes” ou suporte do ambiente para funcionar efetivamente, em outras palavras, que os líderes funcionem como catalizadores na promoção e satisfação das necessidades psicológicas inatas de sua equipe.

Schaufeli (2015) afirma que, como observado na figura 1, quando a liderança, como um construto, concentra-se em comportamentos que inspiram, fortalecem e conectam seus liderados, as necessidades psicológicas inatas são atendidas e, portanto, é mais provável que o nível de engajamento aumente. Em contrapartida, quando os comportamentos positivos dos líderes estão ausentes e as necessidades básicas dos tripulantes são frustradas, é provável que ocorra um esgotamento das pessoas ao longo de suas atividades (SCHAUFELI, 2015; DECI e RYAN, 2000, 262).

Destaca-se que SDT assume que

social contexts supportive of the needs for competence, autonomy, and relatedness: (a) maintain or enhance intrinsic motivation; (b) facilitate the internalization and integration of extrinsic motivation resulting in more autonomous motivational or regulatory orientations; and (c) promote or strengthen aspirations or life goals that ongoingly provide satisfaction of the basic needs. In turn, intrinsic motivation, autonomous regulation of extrinsic motivation, and intrinsic aspirations were associated with positive affective experiences; high-quality performance, particularly on heuristic activities; maintained change of healthy behaving; and better mental health. (DECI e RYAN, 2000, 263)

### **Job Demand-Resources Model (JD-R Model) e o construto liderança**

Para Bakker e Schaufeli (2008), como aponta a figura 2, com base no Job Demand-Resources Model, existem dois tipos de condições de trabalho, duas variáveis em qualquer tipo de trabalho: job demands and job resources. Pode-se afirmar, segundo os mesmos autores, que

job demands such as work overload, emotional demands, physical demands, work-home interference did not result in high levels of burnout if employees experienced job resources, such as autonomy,

performance feedback, social support, or coaching from their supervisor (BAKKER, DEMEROUTI e EUWEMA, 2005, apud BAKKER e SCHAUFELI, 2008, 150).

*Job demands*, ainda que não necessariamente tenham um caráter negativo, podem se tornar agentes estressores quando encontram demandas que requeiram todas as competências essenciais ao trabalho e estejam associadas a um ambiente negativo que viabilize a geração de depressão, ansiedade ou exaustão.

Por sua vez, *Job resource* refere-se àqueles aspectos físicos, psicológicos, social ou organizacional do trabalho que (1) reduzem a pressão do job demand e os custos psicológicos e fisiológicos; (2) direcionado ao atingimento de objetivos; (3) um ambiente que estimula o crescimento, o aprendizado e o desenvolvimento pessoal.

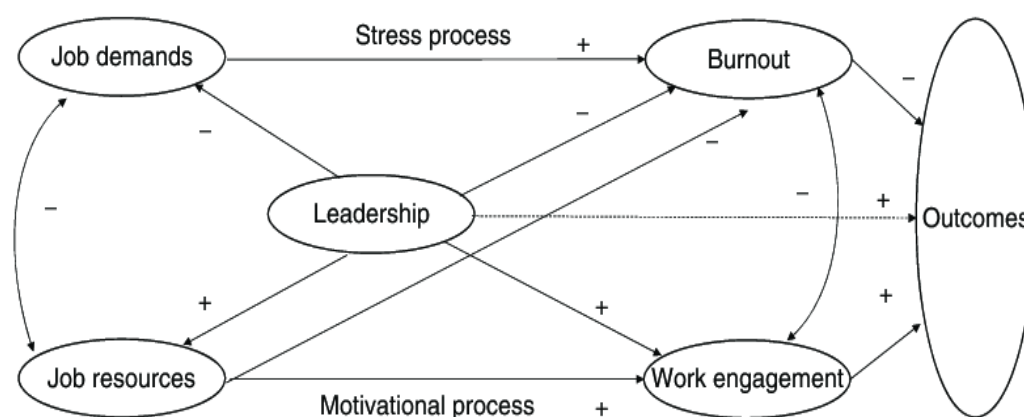


Figura 2 - The hypothesized job demands resources leadership model (Fonte: SCHAUFELI, 2015).

Como apresenta Bakker e Schaufeli (2008), o modelo JD-R com a integração do construto liderança possui dois processos psicológicos para obtenção de resultados dentro de uma organização com a participação direta do construto liderança.

Como mostra a Figura 2, há o processo estressado ou tenso, por consequência de excessiva demanda de trabalho, sem, contudo, adequados recursos tangíveis ou intangíveis para a realização da atividade, o que, geralmente, apresenta como consequências diretas à exaustão fisiológica e psicológica, a sobrecarga de trabalho na equipe e conflitos nas relações, podendo chegar até mesmo à Síndrome de Burnout, o que iria gerar resultados negativos como doenças, absenteísmos, alta taxa de afastamentos e/ou *turnover*, falta de engajamento e baixos resultados para a empresa.

Schaufeli (2015) reconhece que quando o construto liderança é trabalhado de forma a ser empregada como um *job resource*, no intuito consciente de promover um

ambiente profícuo e positivo, tem maiores chances de se ter uma equipe mais engajada e com maior nível de bem-estar subjetivo.

Um segundo processo do modelo JD-R, desencadeado por “abundância de recursos de trabalho”, entre eles o desenvolvimento do capital psicológico da equipe e uma liderança engajadora, via criação de um ambiente engajado, resulta em saídas positivas do processo.

A formação desse capital psicológico, na perspectiva de uma liderança engajadora positiva, pode contribuir com uma gama mais ampla de pensamentos e ações do que é típico, particularmente em situações de elevada carga de trabalho, como em aproximações de voo, decolagens e em situações de emergência.

Para este ensaio, conta-se com a abordagem da definição de engajamento apresentada por Maslach et al. (2001:498, apud Sacks and Gruman, 2014), que trata o engajamento como "um estado enérgico de envolvimento com atividades de satisfação pessoal que aumentam o senso de eficácia profissional". Para os autores, engajamento é “caracterizado por energia, envolvimento e eficácia - the direct opposites of the burnout dimensions of exhaustion, cynicism, and inefficacy.

Em suma é fundamental que o líder seja desenvolvido nas competências de propiciar ambiente e condições sob as quais as pessoas possam realizar mais plenamente seus potenciais humanos.

Cabe ressaltar a importância de se desenvolver e aprimorar o PsyCap em líderes e liderados. Goleman (2015) afirma que a inteligência emocional é a condição *sine qua non* da liderança e corrobora com a ideia de que liderança positiva está associada ao alto desempenho, quando afirma que a inteligência emocional, com seus componentes de autoconsciência, autogestão, empatia e habilidade social, “não apenas distingue os líderes excepcionais, como também está associada ao alto desempenho da equipe”.

Portanto uma liderança engajadora positiva, sob os princípios da POB, com o fortalecimento do construto PsyCap (Esperança, Autoeficácia, Resiliência e Otimismo), acrescida do desenvolvimento da inteligência emocional dos comandantes de aeronaves, é fundamental para funcionar como um job resource catalizador de resultados extraordinários por meio do processo motivacionado, seja intrínseca ou extrínsecamente, atentando-se para as necessidades psicológicas inatas de cada tripulante.

A partir da figura 1, reconhece-se ser essencial, ao mesmo tempo que desafiador, a preocupação de os comandantes de aeronaves desenvolverem seu capital psicológico



(quem você é), para que possam ter condições de entender elementos fundamentais da necessidade de seus liderados (autonomia, relações e competência) e assim mitigar ou eliminar o nível de estresse negativo ao longo das operações aéreas.

Nikolova et al., (2019) entende a liderança como um construto que permite o atendimento das necessidades inatas psicológicas as quais favorecem ao ótimo desempenho das pessoas em suas atividades.

### **3 CONCLUSÃO**

Entende-se, pois, que as contribuições da POP, respaldadas pelos princípios da POB e da POS, possam garantir o desenvolvimento de competências essenciais para uma liderança que crie um ambiente engajado e com nível ótimo de bem-estar subjetivo.

O Comandante de aeronave deve apresentar condições de promover autonomia, suporte social (relacional) e o fortalecimento de competências dos liderados, a partir do seu próprio desenvolvimento como líder, e ampliando, dessa forma, a possibilidade de se ter operações aéreas mais seguras e equipes motivadas.

Sabe-se que a rotina de voo é estressante e demanda muito de cada tripulante. Levando-se em consideração o modelo JD-R, a realização das operações aéreas de qualquer tripulação pode se dar por meio de uma via estressante ou por uma via mais engajada.

No tocante à atividade aérea, uma equipe engajada tem a possibilidade de promover um melhor gerenciamento das operações, viabilizando melhores condições para tomada de decisão, ampliação da consciência situacional da equipe, cooperação mais ampliada e uma comunicação saudável e assertiva, particularmente nos momentos de crise, considerando o desenvolvimento de uma liderança como recurso/auxílio de trabalho (*job resource*).

E como defendido neste ensaio, de acordo com Schaufeli (2015), pode-se inferir que uma liderança engajadora positiva tem maiores condições de criar esse ambiente, no qual cada tripulante apresente ótimo desempenho, com considerável decréscimo no nível de exaustão da tripulação e ampliação no nível de bem-estar subjetivo.

Torna-se necessário a avaliação do desenvolvimento desses construtos no ambiente operacional, podendo ser introduzida essa nova abordagem nos treinamentos tanto para a formação do piloto para as licenças de PLA quanto nos treinamentos de CRM de escolas ou empresas aéreas.

## REFERÊNCIAS

- ARDICHIVILI, A. (2011). **Invited reaction:** meta-analysis of the impact of psychological capital on employee attitudes, behaviors, and performance. *Human Resource Development Quarterly*, 22(2), 153-156. Disponível em: <<https://doi-org.ezproxy.libproxy.db.erau.edu/10.1002/hrdq.20071>>. Acessado em: 11 out. 2019.
- BAKKER, A. ; SCHAUFELI, W. **Positive Organizational Behavior: Engaged Employees in Flourishing Organizations.** *Journal of Organizational Behavior*, Vol. 29, No. 2, 2008, pp. 147-154.
- BAKER, A. B.; DEMEROUTI, E.; EUWEMA, M. C. (2005). **Job Resource buffer the impact of job demands on burnout.** *Journal of Occupational Health Psychology*, 10(2), 170-180. Disponível em: <http://dx.doi.org.ezproxy.libproxy.db.erau.edu/10.1037/1076-8998.10.2.170> Acessado em: 10/11/2019.
- BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil. **Instrução Suplementar (IS) 00-010A –** Treinamento em gerenciamento de recursos de equipes (Corporate Resource Management – CRM), julho de 2020. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/iac-e-is/is/is-00-010> Acessado em: 18/07/2021
- CAMERON, K. **Positive Leadership –** strategies for extraordinary performance. 2 ed. Berrett-koebler Publishers, Inc. 2012.
- CAMERON, K. S; CAZA, A. **Introduction:** contributions to the discipline of Positive Organizational Scholarship. *The American Behavioral Scientist*. 2004; ProQuest Central, pg. 731.
- CSIKSZENTMIHALY, M.; SELIGMAN, M. E. P. **Positive Psychology –** an introduction. In: *American Psychologist – Special Issue on Happiness, Excellence, and Optimal Human Functioning*. Washington, DC. American Psychological Association, p. 5-14, 2000.
- DECI, E.L.; RYAN, R.M. **The " what" and" why" of goal pursuits:** human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11 (4), 2000, pp. 227-268.
- DERUE, D. S.; WORKMAN, K. M. **Toward a positive and dynamic theory of leadership development.** 2012. Cornell University, SHA School Disponível em: <http://scholarship.sha.cornell.edu/articles/8555>. Acessado em: 15/10/2019.
- FALLUCCO, S. J. **Aircraft command techniques:** gaining leadership skills to fly the left seat, Routledge, 2018. ProQuest Ebook Central, Disponível em: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/erau/detail.action?docID=5265664> Acessado em: 10/11/2019.
- GOLDEN-BIDDLE. K. **A review of positive organizational scholarship:** foundations of a new discipline, edited by Kim S. Cameron, Jane E. Dutton, and Robert E. Quinn, 2006. Disponível em: <<https://doi-org.ezproxy.libproxy.db.erau.edu/10.1080/10967490600767035>>. Acessado em: 15 set. 2010.
- JEUNG, C. **The concept of employee engagement:** a comprehensive review from a positive organizational behavior perspective. *Journal Performance improvement quarterly*, 2011. Volume: 24, Issue: 2. Page: 49-69. DOI: 10.1002/piq.20110.
- KANKI, B. G.; HELMREICH, R.L.; ANCA, J. **Crew Resource Management.** Second Edition. San Diego, California. Elsevier, 2010.
- LUTHANS, F. **The need for and meaning of positive organizational behavior.** *Journal of Organizational Behavior*; Sep 2002; 23, 6; ProQuest Central, pg. 695.
- LUTHANS, F.; LUTHANS, W.; LUTHANS, B. C. **Positive psychological capital:** beyond human and social capital. 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2003.11.007>>. Acessado em: 06 nov. 2019.

- LUTHANS, F.; AVEY, J. B.; AVOLIO, B. J.; NORMAN, S. M., COMBS, G. J. (2006). **Psychological capital development: toward a micro-intervention**. *Journal of Organizational Behavior*, 27, 387–393.
- LUTHANS, F.; YOUSSEF, C. M. **Positive Organizational Behavior in the workplace: the impact of hope, Optimism and resilience**. *Journal of Management*, 2007a.
- LUTHANS, F.; AVOLIO, B. J.; AVEY, J. B.; NORMAN, S. M. (2007b). **Positive Psychological Capital: measurement and relationship with performance and satisfaction**. *Personnel Psychology*, 60(3), 541-572. Disponível em: <<https://search-proquest-com.ezproxy.libproxy.db.erau.edu/docview/220134815?accountid=27203>>. Acessado em: 06 nov. 2019.
- LUTHANS, F.; YOUSSEF, C. M.; AVOLIO, B. J. **Psychological capital: developing the human competitive edge**. New York, NY: Oxford University Press, 2007c.
- LUTHANS, F.; YOUSSEF, C.; AVOLIO, B. (2007d). **Psychological capital: investing and developing positive organizational behavior**. In D. L. Nelson e C. L. Cooper (Eds.), *Positive organizational behavior* (pp. 9-24). London: SAGE Publications Ltd Disponível em: <<https://sk.sagepub.com/books/positive-organizational-behavior/n2.xml>>. Acessado em: 06 nov. 2019.
- LUTHANS, F.; YOUSSEF, C.; AVOLIO, B. (2015). **Psychological capital and beyond**. New York. Oxford University Press.
- LUTHANS, F.; YOUSSEF, C. M. **Psychological capital and well-being**. (2015). Disponível em: <<https://doi-org.ezproxy.libproxy.db.erau.edu/10.1002/smi.2623>>. Acessado em: 06 nov. 2019.
- DONALDSON, S.; KO, I. **Positive organizational psychology, behavior, and scholarship: A review of the emerging literature and evidence base**. *The Journal of Positive Psychology*, 2010. 5:3, 177-191, DOI: 10.1080/17439761003790930. Disponível em: <<https://www-tandfonline-com.ezproxy.libproxy.db.erau.edu/doi/full/10.1080/17439761003790930>>. Acessado em: 20 set. 2019.
- MAGALDI, S.; SALIBI NETO, J. **Gestão do amanhã: tudo o que você precisa saber sobre gestão, inovação e liderança para vencer na 4ª revolução industrial**. São Paulo, 2018. Ed. Gente.
- NIKOLOVA, I.; SCHAUFELI, W.; NOTELAERS, G. **Engaging leader – engaged employees? A cross-lagged study on employee engagement**. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.emj.2019.02.004>>. Acessado em: 06/11/2019.
- RONDON, M. H. D. F. **Formação e o exercício profissional de piloto da aviação civil: uma política em questão**. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Católica de Brasília - UCB. Brasília, 2012.
- SAKS, A. M.; GRUMAN, J. A. **What do we really know about employee engagement?** *Human Resource Development Quarterly*, vol. 25, no. 2, 2014. Wiley Periodicals, DOI: 10.1002/hrdq.21187. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/hrdq.21187>>. Acessado em: 06/11/2019.
- SCHAUFELI, W.; BAKKER, A. B. (2004). **Job demands, job resources, and their relationship with burnout and work engagement: a multi-sample study**. *Journal of Organizational Behavior*, 25,293–315
- SCHAUFELI, W. B. (2015). **Engaging leadership in the job demands-resources model**. *Career Development International*, 20(5), 446-463. Disponível em: <<http://dx.doi.org.ezproxy.libproxy.db.erau.edu/10.1108/CDI-02-2015-0025>>. Acessado em: 10 nov. 2019.
- SCHWAB, K. **A quarta revolução industrial**. São Paulo, 2016. Ed. Edipro.

---

## **HARD LANDING: UM PROBLEMA DOS MENOS EXPERIENTES?**

Guido Carim Júnior<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Professor na *Griffith University*, Departamento de Aviação, onde leciona e pesquisa sobre segurança da aviação. Seu trabalho é influenciado por sua experiência como piloto de linha aérea e especialista em fatores humanos. g.carimjunior@griffith.edu.au

---

**RESUMO:** *Hard landing*, ou pouso duro (em tradução livre), é um evento de segurança no qual a aeronave toca o solo com velocidade de descida acima do desejado, resultando em um toque brusco e posterior necessidade de ação de manutenção. Em casos mais extremos, pode haver rompimento da fuselagem, estouro do pneu e danos aos passageiros. Como solução comum, as empresas aéreas recorrerem a políticas que limitam a operação em determinados aeroportos ou condições ao comandante. Isso ocorre porque se assume que o comandante tem mais experiência em evitar *hard landings*. No entanto, esse pressuposto ainda não foi validado. Sendo assim, este artigo objetivou analisar quantitativamente se a ocorrência de *hard landing* é diretamente relacionada à operação dos pilotos menos experientes. Para tanto, foram utilizadas tabelas de contingência, aplicação do teste Qui-Quadrado e teste-T. Os resultados mostram que não há qualquer evidência que a função do piloto é determinante para a ocorrência do *hard landing*. O artigo ainda sugere uma possível associação entre a ocorrência do evento e o aeroporto e a configuração de pouso da aeronave.

**PALAVRAS-CHAVE:** Pouso duro. Análise de segurança. FOQA. Experiência. Aviação.

### **HARD LANDING: A LESS EXPERIENCED ONES' PROBLEM?**

**ABSTRACT:** Hard landing is a safety event in which the aircraft touches the ground with descent speed above the effort, seeking a rough touch and subsequent need for maintenance action. In more extreme cases, it can cause fuselage damage, tire blowout and damage to passengers. As a common solution, airlines operate on policies that limit airport operation or conditions to the captain. This is because the commander is assumed to have more experience in avoiding forced landings. However, this has not yet been validated. Therefore, this objective can be analyzed if the occurrence of forced landing is directly related to the operation of less experienced pilots. For that, contingency tables, application of the Chi-Square test and T-test were used. The results show that there is no evidence that the pilot's role is decisive for the occurrence of forced landing. The article also suggests a possible association between the occurrence of the event and the airport and the landing configuration of the aircraft.

**KEYWORDS:** Hard landing. Safety analytics. FOQA. Experience. Aviation.

## **1 INTRODUÇÃO**

Entre as diversas fases de voo, o pouso é considerado a manobra mais difícil para o piloto. Mais especificamente, o *flare*, parte do pouso na qual o piloto conduz a aeronave para tocar no solo, é a fase do pouso mais difícil para os pilotos, segundo

levantamento de Benbassat e Abramson (2002). O objetivo do arredondamento é fazer com que aeronave reduza a velocidade de descida e aumente a atitude para realizar um toque com menor velocidade vertical, atitude suficiente para evitar o toque precoce do trem de pouso do nariz e o contato da cauda com o solo. Conseqüentemente, o impacto nos trens de pouso será o menor possível.

Caso a velocidade vertical seja elevada (geralmente acima de 1.000 pés por minuto), há possibilidade de o pouso ser mais brusco. Se ultrapassar limites toleráveis, o evento é considerado como pouso duro (*hard landing*) e, dependendo de quanto do limite foi ultrapassado, são necessárias inspeções para verificar se houve avarias no trem de pouso e na fuselagem. Em casos extremos, a fuselagem pode seccionar e a estrutura do trem de pouso colapsar.

Em um levantamento feito pela Flight Safety Foundation (2004), entre os anos de 1993 e 2002, os acidentes devido a *hard landings* foram maiores do que aqueles tradicionalmente ocorridos, como saídas de pista e colisão controlada com o solo (CFIT). Apesar de sua incidência, geralmente os eventos de *hard landing* resultam em danos significativos às aeronaves, mas pouco a nenhuma lesão às pessoas a bordo.

As empresas monitoram esse tipo de evento de segurança por intermédio de um programa de monitoramento das operações. Mais conhecido no meio aeronáutico como Flight Operations Quality Assurance (FOQA), esse programa consiste na coleta e análise de diversos parâmetros da aeronave para verificar se os limites estabelecidos pela empresa foram ultrapassados (FLIGHT SAFETY FOUNDATION, 1998).

No caso do *hard landing*, as empresas monitoram a desaceleração no eixo vertical utilizando como referência a força gravitacional (g) a partir do acelerômetro que se encontra entre os trens de pouso principal da aeronave. Os parâmetros de limite variam de acordo com o peso da aeronave, numa relação inversamente proporcional.

Os limites para definir um evento de *hard landing* estabelecem três regiões de tolerabilidade que demandam ou não ações de inspeção. Na região 1, não há necessidade de inspeção, pois o primeiro limite não foi ultrapassado. Se esse limite foi ultrapassado, mas ficou abaixo do segundo limite, há necessidade de uma simples inspeção. Por último, caso o limite máximo tenha sido excedido, é preciso uma inspeção mais aprofundada, ação essa que requer ferramentas especiais, local específico, pessoal especializado, além da interrupção da programação da aeronave. Todos esses fatores fazem com que só o custo de inspeção chegue a dezenas de milhares de reais. Caso haja algum dano na estrutura do trem de pouso ou da fuselagem, esse custo pode subir mais

de 20 vezes. Há ainda a possibilidade de o evento ser considerado como acidente e ser investigado.

Uma das propostas para evitar a ocorrência de *hard landing*, proposta pela empresa aérea no qual o estudo foi realizado, consiste em limitar a operação dos pilotos menos experientes em alguns aeroportos considerados críticos e mais prováveis para a ocorrência do evento. Com isso, é esperada redução no índice, que hoje é de 6 ocorrências mensais, em média.

De acordo com Hollnagel (1993; 2004), quando há um evento de segurança, geralmente as empresas propõem soluções mais simples e baratas, como regras e procedimentos. Todas elas possuem como pressuposto limitar a possibilidade de ação dos operadores para, assim, evitar a ocorrência do dano.

Nesse sentido, alguns autores consideram que essa abordagem é limitada, reduzida a uma análise simplista e direcionada para atribuir a responsabilidade àqueles menos experientes, pois assume a existência de relação entre a ocorrência do evento indesejado e inexperiência dos pilotos. Dekker (2002) chama essa abordagem de teoria da “maçã podre”, no sentido de reduzir qualquer falha em uma organização ao comportamento errático de algumas pessoas específicas. Para manter a organização sempre segura, basta segregar os indivíduos nocivos para evitar que seu comportamento indesejado se propague para outras pessoas.

Por outra abordagem, Dekker (2002) entende que qualquer evento indesejado deve ser analisado mais profundamente, para entender quais são os mecanismos sistêmicos que contribuem para sua existência. O erro dos operadores passa a ser o ponto de partida da investigação para, posteriormente, propor medidas corretivas de longa duração e realmente efetivas. Portanto, o evento de *hard landing* teria raízes mais profundas na empresa, não sendo limitada simplesmente pela operação dos copilotos.

A partir do contexto apresentado, esse estudo tem como objetivo avaliar se há relação direta entre a função do piloto (comandante ou copiloto) e a incidência de *hard landing*. O primeiro pressuposto a ser testado é de que não há relação entre a ocorrência de *hard landing* (ou o valor máximo de força “G” durante o pouso) e a aterragem ter sido realizada por copilotos. O segundo pressuposto a ser confirmado sugere que o *hard landing* pode estar relacionado a outros fatores que não a função dos pilotos ou o aeroporto operado.



## 2 O POUSO, *FLARE* E *HARD LANDING*

De acordo com as normas, e como meio de padronização, a fase do voo chamada de pouso inicia quando a aeronave cruza a cabeceira da pista a 50 pés, com velocidade de referência, inicia o arredondamento e toque na pista, até a parada completa. Essa definição é utilizada para delimitar o cálculo de pista necessário para pouso, mas acaba sendo útil para outros contextos.

Para o National Transportation Safety Board (NTSB), órgão norte-americano responsável pelas investigações de acidentes ocorridos no sistema de transporte, todo evento no qual houve um contato anormal com alta velocidade vertical da aeronave com a pista é chamado de *hard landing* (FLIGHT SAFETY FOUNDATION, 2004). No contexto do pouso, portanto, o *hard landing* ocorre justamente no contato das rodas da aeronave com a pista, momento esse chamado de *flare* e *touchdown*.

Ao cruzar a cabeceira, a aeronave ainda está com alguma potência sendo desenvolvida pelos motores e sua velocidade é, pelo menos, igual à velocidade de aproximação ( $V_{app}$ ). Em determinada altura, varia conforme diversos parâmetros, o piloto inicia o movimento de trazer o manche para trás de modo a aumentar a atitude da aeronave e reduzir a velocidade vertical, diminuindo também a potência da aeronave. Nesse instante, a aeronave tem sua velocidade vertical e a velocidade horizontal reduzidas, fazendo com que a transição do voo para o solo seja a mais suave possível.

Durante a realização do *flare*, os pilotos utilizam diversos elementos visuais, além da expectativa de tempo para o toque da aeronave com a pista. A análise desses em conjunto serve como referência para que os pilotos possam gradativamente modificar a atitude da aeronave em relação ao horizonte, aumentando-a até certo limite e mantendo-a até o toque dos trens de pouso principal e, em seguida, do trem de pouso do nariz (MULDER et al., 2000; GROSZ et al., 1995; RINALDUCCI et al., 1985; RIORDAN, 1974).

Como não é possível reproduzir com fidelidade essas condições nos simuladores, os pilotos são instruídos para uma adequada realização do *flare* durante a instrução em voo real. Inicialmente com auxílio do instrutor e, posteriormente, utilizando-se de tentativas e erros, os pilotos adquirem experiência no pouso da aeronave e calibram sua percepção quanto ao momento ideal para realizar o *flare*, à força que precisam aplicar no manche e ao momento em que a potência será reduzida.

Na maioria das empresas, o *hard landing* é determinado segundo dois padrões: percepção subjetiva do piloto e os dados de desaceleração no eixo vertical tomando

como base a aceleração gravitacional (G) indicada pelo acelerômetro (FLIGHT SAFETY FOUNDATION, 2004).

No primeiro caso, a partir da percepção dos pilotos, o comandante reporta a suspeita de *hard landing* em um documento da aeronave, chamado de *Technical Logbook* (TLB), para que a manutenção possa coletar os dados sobre a variação de aceleração no eixo vertical por meio de um computador durante o período de trânsito da aeronave. Essa informação é registrada por meio de um acelerômetro que se encontra no centro de massa da aeronave, aproximadamente entre os trens de pouso principais. Caso tenha havido variação dos limites, é necessário realizar inspeção na aeronave para verificar se houve danos ou rachaduras na fuselagem e trem de pouso.

Já houve relatos nos quais a manutenção achou rachaduras no trem de pouso durante as verificações de rotina, apesar de a tripulação não ter reportado o pouso duro. Tal fato foi corroborado pela análise dos dados de desaceleração. Por esse motivo, a maior parte das empresas aéreas monitora todos os voos de sua frota coletando as informações de diversos parâmetros.

O programa de monitoramento de voos, mais comumente chamado de FOQA, em sua essência, envolve a coleta e análise de diversos dados de voo para verificar se pilotos, sistemas e a própria aeronave se desviaram de limites estabelecidos pelos padrões da empresa e analisar tendências. O objetivo é monitorar, a partir dos parâmetros gravados, como o voo foi conduzido e como a aeronave ou seus sistemas se comportaram.

O dispositivo utilizado para gravar os dados é conhecido como QAR e é removido a cada dois dias pelos técnicos de manutenção. Esse dispositivo retira os dados de uma unidade da aeronave, a mesma que alimenta os dados do FDR, porém com cerca de 2.500 parâmetros, cerca de 2.000 parâmetros a mais do que o gravador de dados de voo.

Em seguida, o cartão é inserido em um computador que disponibiliza os dados em rede segura para que o analista, remotamente, insira os dados no *software*. Esse programa faz a leitura de cada segundo de voo realizado pela aeronave, identificando se houve desvios em relação aos limites estabelecidos pela empresa aérea. Os limites geralmente refletem os parâmetros constantes nos manuais de operação da empresa e que devem ser seguidos pelos pilotos (FLIGHT SAFETY FOUNDATION, 1998).

Além da função de monitoramento da qualidade e dos riscos associados às operações das aeronaves, os dados provenientes do FOQA têm se mostrado relevantes

na análise dos voos por meio de dados quantitativos. Apesar de a análise de tendência ser uma das funções do FOQA, poucas são as aplicações desses dados juntamente com análises estatísticas. Dessa forma, ainda é um desafio relacionar os objetivos dos estudos com os dados coletados e os testes estatísticos selecionados (INSIGHTFUL CORPORATION e JET BLUE AIRWAYS INC, 2004).

No caso do *hard landing*, o limite adotado pela empresa onde o estudo foi realizado é o mesmo indicado pelo fabricante da aeronave. Do menor até o maior peso possível para pouso, o limite da desaceleração vertical varia de 1.8 g a 2.2g. Portanto, toda vez que o *software* identificar que a desaceleração vertical durante o pouso ultrapassou esses valores, ele registra um evento. O papel do analista de FOQA é validar ou não esses eventos, pois há situações onde não houve leitura correta dos dados ou o máximo de desaceleração registrado não ocorreu no toque, tendo sido influenciado por outros fatores, como, por exemplo, rajadas de vento durante a aproximação. Os eventos validados são encaminhados aos pilotos que devem registrar em um relatório sua percepção sobre a ocorrência.

Apesar da rica quantidade de dados, é possível saber somente a visão da aeronave sobre o que ocorreu (HELMREICH, MERRITT e WILHELM, 1999), e não o contexto no qual ela estava inserida. Por isso, em algumas situações, são realizadas entrevistas ou solicitados relatórios aos pilotos para que os dados tenham significância.

### **3 FLARE: UMA QUESTÃO DE QUEM OU DE QUÊ?**

Pelo fato de o *flare* não ser realizado de modo automático (há possibilidade, mas não é aplicável ao contexto brasileiro), a manobra depende da habilidade manual do piloto. Tal fato cria a impressão, para passageiros inclusive, de quão o pouso duro depende do comandante ou copiloto.

No senso comum, quem tem menos prática de pouso, terá maiores valores de “G”. Ou seja, os copilotos estariam mais propensos a realizar pousos mais duros do que os comandantes, devido à diferença de experiência. Entretanto, tal senso é contestado por Loukopolus, Dismuke e Barshi (2009), que defendem a tese de que aqueles que possuem grande conhecimento sobre a aeronave, os quais geralmente ocupam o cargo de comandante, tendem a ser mais vulneráveis a eventos de segurança, pois possuem a capacidade de levar a aeronave aos limites operacionais e, por vezes, ultrapassá-los, reduzindo a quantidade de recursos utilizados (menos tempo, menos combustível, etc.).

Em algumas situações, a margem de segurança é estreita o suficiente para que qualquer evento externo e não previsto cause um desconforto às operações.

Os mais novos, por sua vez, tendem a seguir estritamente o que os manuais prevêm, garantindo grandes margens de segurança. O lado negativo é que eles possuem capacidade limitada de improvisar, fato necessário sempre que as situações apresentadas são diferentes das treinadas ou especificadas em manuais e boletins.

Atribuir única e exclusivamente as causas de eventos de segurança ao erro humano tem sido tradição na gestão da segurança na aviação. Como resultado, as recomendações focam em mais treinamento e mais procedimentos, além de discussões de como repassar determinadas funções delegadas aos pilotos para as máquinas. Dekker (2002) chama essa abordagem de visão antiga sobre erro humano.

De acordo com o autor, é precisa uma mudança sobre como entendemos e lidamos com os erros humanos. A nova visão do erro humano estabelece os fatores sistêmicos como causas dos eventos de segurança e acidentes aeronáuticos, dos quais resultam condições indutivas ao curso das ações realizadas pelos pilotos, (DEKKER, 2005). Nessa perspectiva, as organizações são vistas como inerentemente inseguras, independente das medidas de segurança e da gestão adotada. De tempos em tempos, novas relações não lineares e imprevistas, a influência do meio externo e as características de acoplamento criam situações que a própria organização na sabia ser possível de existir (PERROW, 1984).

#### **4 METODOLOGIA**

O estudo foi realizado em uma empresa de transporte aéreo regular que opera somente voos nacionais, incluindo aeroportos regionais. O estudo limitou-se às aeronaves Embraer E190/195 em razão da quantidade de eventos registrados nesse modelo de aeronave.

O presente estudo pode ser caracterizado como quantitativo, uma vez que está baseado na aplicação de ferramentas estatísticas para testar as hipóteses. Os resultados são interpretados e complementados por dados originados de técnicas qualitativas de coleta de dados. O estudo foi dividido em três partes: 1) coleta e tratamento de informações quantitativas a partir de um *software* de monitoramento das operações de voo; 2) aplicação de testes estatísticos nos dados coletados; 3) análise conjunta dos resultados.

Os dados foram coletados do programa de monitoramento de voo da empresa. As variáveis coletadas para cada voo foram: dia, mês, ano, hora do pouso, turno (dia ou noite), tipo de aeronave (E195 e E190), aeródromo (46 no total; por exemplo, SDU representa o Aeroporto Santos Dummont, no Rio de Janeiro, segundo o código IATA), configuração para pouso (5 ou 6), função do piloto que estava operando (comandante ou copiloto), desaceleração do eixo vertical no pouso em “G” (maior valor da desaceleração no eixo vertical detectada pelo acelerômetro da aeronave medida em quantidade de unidades da aceleração gravitacional).

Para adequar essa última variável aos teste estatísticos, ela foi transformada em variável dicotômica (ocorrência ou não de *hard landing*) e outra, com 4 categorias (1.0-1.5, 1.5-1.8, 1.8-2.0 e 2.0-2.3), representa, aproximadamente, os limites toleráveis de *hard landing*, apesar de haver variações conforme o peso da aeronave.

Todas as variáveis utilizadas no estudo não mudam com o tempo, exceto a desaceleração do eixo vertical. Por isso, foi considerado somente o maior valor desse último parâmetro. Não necessariamente o maior valor é aquele registrado durante o primeiro toque da aeronave no solo. Às vezes, há um segundo ou até mesmo terceiro toque da aeronave na pista, o que pode gradativamente aumentar o valor da desaceleração.

Há uma grande dificuldade em adquirir, de modo simples e fácil, informações sobre quem realizou o pouso da aeronave. Essa informação não se encontra disponível eletronicamente, apenas em um documento preenchido pelos pilotos ao final do voo e entregue ao setor de estatística da empresa.

O diário de bordo contém, entre outras informações, quem realizou o pouso da aeronave. Obter essa informação para cada voo realizado pela empresa é inviável. Dessa forma, foi necessário encontrar outra alternativa.

Inicialmente foi preciso testar um dos parâmetros provenientes do FOQA, chamado de “pdfsel”. Esse parâmetro é resultado da seleção dos pilotos na cabine de pilotagem por meio de um botão “SRC” (Source) que indica se a operação daquela etapa de voo é de quem está sentado na esquerda ou direita.

Por convenção, na aviação civil mundial, quem está sentado na cadeira da esquerda é o comandante e na direita o copiloto. Só há uma situação no qual quem está sentado na direita pode não ser o copiloto: quando há um segundo comandante.

Na empresa onde o estudo foi realizado, isso ocorre quando quem está na direita é o instrutor (situação comum) ou quando não havia copiloto para realizar o voo

(situação rara). Em caso de instrução ou avaliação pelo comandante instrutor, sempre quem realiza os pousos é o comandante em instrução ou em avaliação.

O problema de utilizar esse parâmetro é a possibilidade de ele não indicar realmente quem estava operando. Dessa forma, foi feita uma verificação da compatibilidade dos dados do parâmetro com o diário de bordo. Nele, entre outros dados, é preciso informar quem em termos de função, realizou o pouso.

Foram selecionados, de forma aleatória, 116 voos, representando 1,34% dos voos realizados em determinado mês pelos jatos da empresa. Descartando os voos cujas informações sobre quem estava operando não pode ser aproveitada (n=13), em 95% dos 103 voos houve compatibilidade entre a informação proveniente do parâmetro “pdfsel” com o registrado pelos pilotos nos diários de bordo. Tal constatação justificou a utilização dos dados provenientes do parâmetro como referência na determinação de quem realizou o pouso devido ao seu alto grau de confiabilidade.

Na segunda parte do trabalho, aplicação dos métodos estatísticos, inicialmente os dados foram organizados em uma tabela de contingência e analisados segundo o teste de Qui-Quadrado.

Esse teste não-paramétrico é utilizado para comparar proporções, verificando o nível de divergência entre as frequências esperadas e observadas. Foram consideradas as seguintes hipóteses: H0= não existe associação entre as variáveis e H1= há associação entre as variáveis.

A hipótese nula será rejeitada se o nível de significância da análise estatística (p) for menor que 0.05 ( $p \leq 0,05$ ), sugerindo uma associação entre as variáveis. Entre os requisitos necessários para aplicar o teste, os valores esperados para cada célula foi maior do que 5 ou o número total de indivíduos é maior do que 25 (KENNY, 1987).

O teste foi aplicado em 5 diferentes situações para verificar a possibilidade de associação entre as variáveis: a) função do piloto e ocorrência de *hard landing*; b) função do piloto e desaceleração do eixo vertical no pouso em “G” em 4 categorias; c) aeroporto de pouso e desaceleração do eixo vertical no pouso em “G” em 4 categorias; d) configuração para pouso e desaceleração do eixo vertical no pouso em “G” em 4 categorias.

O teste-T ainda foi aplicado para complementar os dados coletados. Esse teste é aplicável às situações nas quais se procura comparar as médias de duas distribuições normais para dados pareados, da mesma população. No contexto do estudo, pressupõe que as distribuições dos máximos valores de “G” durante o pouso operado pelos

copilotos são iguais ao dos comandantes. Como hipótese nula, a função do piloto que realizou o pouso não faz efeito sobre os valores de “G”. Já a hipótese alternativa é de que há diferenças entre a média de valor de “G” entre copilotos e comandantes. A hipótese nula será rejeitada caso o nível de significância for menor que 0,05, sugerindo que os desvios-padrões não são iguais, ou seja, há diferença significativa entre as médias do “G” entre copilotos e comandantes (KENNY, 1987).

Os dados referem-se a uma amostra de voos realizados no período de 1 de março a 31 de março de 2013. Para a aplicação dos testes Qui-Quadrado, considerando todas as situações propostas, e para a aplicação do test-T, foram selecionados aleatoriamente 5.806 voos, representando 65,7% do total de voos realizados somente pelo modelo Embraer no mesmo período (n=8.843).

Apenas na aplicação do teste Qui-Quadrado para a situação “a” os dados selecionados foram menores, cerca de 12,9% (n=1.137). Isso se deve à limitação do programa de análise dos voos que disponibilizou muitos valores em aberto referentes à validação da ocorrência ou não de *hard landing*. Todos os testes estatísticos foram aplicados por meio do *software* estatístico SPSS 18.0®.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Primeiro pressuposto: não há relação entre o evento e a operação de copilotos

A partir da primeira tabela de contingência apresentada, é possível verificar que houve mais operações de copilotos do que de comandantes em cerca de 25 operações. Entretanto, verifica-se que há mais operações de pouso pelos copilotos que não resultaram em *hard landing*.

Apesar de menos operações totais, os comandantes tiveram maior incidência de *hard landing* do que os copilotos (2,1% do total).

O teste Qui-Quadrado aplicado nos dados mostrou que a hipótese nula foi rejeitada, pois o nível de significância foi maior do que 0,05 ( $p=0,445$ ), sugerindo que não há associação entre a função do piloto durante o pouso e a ocorrência de *hard landing*. Tal resultado corrobora o primeiro pressuposto do trabalho.

Tabela 1- Tabela de contingência com as variáveis função do piloto e ocorrência de *hard landing* (AUTOR, 2021).

Função do Piloto	Ocorrência de <i>hard landing</i>				Total	
	0 (não)		1 (sim)		N	%
	N	%	N	%		
Comandante	532	46,8%	24	2,1%	556	49%
Copiloto	561	49,3%	20	1,8%	581	51%
<b>Total</b>	<b>1093</b>	<b>96,1%</b>	<b>44</b>	<b>3,9%</b>	<b>1137</b>	<b>100%</b>

Os dados anteriores são corroborados pelos dados apresentados na Tabela 2, na qual foram dispostas as variáveis função do piloto e categoria de *hard landing*. De acordo com os dados, 99,7% das operações resultaram em desaceleração de, no máximo, 1.8, valor considerado como aceitável pelo fabricante para a maioria dos pesos considerados na determinação do limite máximo.

Acima disso, onde houve apenas 0,3% de todos os pousos. Quando dividido entre as funções dos pilotos, a porcentagem de operações ficou muito próxima entre comandantes e copilotos: aproximadamente 0,15% para cada.

A partir do teste Qui-Quadrado é possível afirmar com nível de 95% de certeza de que não há indícios de associação entre as variáveis. Desse modo, tanto comandantes como copilotos possuem relativamente a mesma quantidade de pousos com valor de “G” baixos e altos.

Tabela 2 - Tabela de contingência com as variáveis função do piloto e máximo valor de “G” em categorias (AUTOR, 2021).

Função do Piloto	Desaceleração no eixo vertical (G)								Total	
	1.0-1.4		1.4-1.7		1.7-2.0		2.0-2.3		N	%
	N	%	N	%	N	%	N	%		
Comandante	2254	38,8%	513	8,8%	8	0,1%	1	0,0%	2776	47,8%
Copiloto	2574	44,3%	449	7,7%	5	0,1%	2	0,0%	3030	52,2%
<b>Total</b>	<b>4828</b>	<b>83,1%</b>	<b>962</b>	<b>16,6%</b>	<b>13</b>	<b>0,2%</b>	<b>3</b>	<b>0,1%</b>	<b>5806</b>	<b>100,0%</b>

Apesar dos dados anteriores, o teste-T sugere a rejeição da hipótese nula. O teste encontrou diferenças significativas entre as médias dos valores máximos de “G” dos copilotos e comandantes, com um nível de significância menor que 0,05. A média de “G” calculada pelo teste foi de 1.41 e 1.40 para comandantes e copilotos,



respectivamente. Ainda que o teste sugira uma possível diferença entre o desvio padrão, os dados mostram que, em média, o valor da desaceleração no eixo vertical dos pousos praticados por copilotos é 0,01 menor do que os praticados pelos comandantes.

Os dados apresentados sugerem que o pressuposto deste trabalho seja válido, tendo em conta que não há evidências conclusivas sobre a relação entre a ocorrência de *hard landing* e a função do piloto. Os dois primeiros testes sugerem falta de associação entre as variáveis e o segundo sugere uma possível diferença entre as médias de “G” de comandantes e copilotos. Ainda que tal fato tenha sido constatado, a média do valor de “G” dos copilotos foi ligeiramente menor do que a dos comandantes.

## 5.2 Segundo pressuposto: há relação entre o evento e outros fatores externos

O teste Qui-Quadrado mostrou que há possibilidade de associação entre as variáveis aeroporto e valor máximo de “G”, com nível de significância menor do que 0,05 ( $p=0,00$ ). Tal informação pode sugerir que as características operativas de cada aeroporto, bem como as características físicas das pistas, podem influenciar no maior ou menor valor de “G” ocorrido durante o pouso.

De acordo com a tabela de contingência (Tabela 3), dos 46 aeroportos considerados na análise, sete apresentaram frequências maiores do que aquelas previstas pelo teste, sendo eles: Porto Seguro (BPS), Caxias do Sul (CXJ), Florianópolis (FLN), Goiânia (GYN), Porto Alegre (POA), Campinas (VCP) e Vitória (VIX). Uma possível explicação para esse resultado reside nas características físicas da pista de pouso desses aeroportos, pois em Campinas e Goiânia, por exemplo, há diferenças na altura da pista ao longo de sua extensão, podendo influenciar no toque mais duro da aeronave com o solo; tamanho de pista disponível e características das elevações ao redor do aeródromo, que podem influenciar no vento sobre a aeronave e a decisão do piloto de realizar um pouso logo no início da pista para ter maior distância para parar a aeronave, como ocorre em Porto Seguro, Caxias do Sul e Vitória. O grau de exposição em determinados aeroportos é maior do que em outros devido a características operacionais da empresa, pois a maior parte dos voos tem origem e destino em Porto Alegre e Campinas.

Tabela 3 - Tabela de contingência com as variáveis aeroporto e máximo valor de “G” (AUTOR, 2021).

Aeroporto	Desaceleração no Eixo Vertical (g)								Total	
	1.0-1.5		1.5-1.8		1.8-2.0		2.0-2.3			
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
AJU	34	0,6%	6	0,1%	0	0,0%	0	0,0%	40	0,7%
ATM	0	0,0%	1	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	1	0,0%
BEL	75	1,3%	8	0,1%	0	0,0%	0	0,0%	83	1,4%
<b>BPS</b>	<b>17</b>	<b>0,3%</b>	<b>6</b>	<b>0,1%</b>	<b>1</b>	<b>0,0%</b>	<b>0</b>	<b>0,0%</b>	<b>24</b>	<b>0,4%</b>
BSB	120	2,1%	18	0,3%	0	0,0%	0	0,0%	138	2,4%
CGB	100	1,7%	28	0,5%	0	0,0%	0	0,0%	128	2,2%
CGH	3	0,1%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	3	0,1%
CGR	56	1,0%	4	0,1%	0	0,0%	0	0,0%	60	1,0%
CKS	25	0,4%	6	0,1%	0	0,0%	0	0,0%	31	0,5%
CLV	4	0,1%	1	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	5	0,1%
CNF	533	9,2%	84	1,4%	1	0,0%	0	0,0%	618	10,6%
CWB	243	4,2%	66	1,1%	0	0,0%	0	0,0%	309	5,3%
<b>CXJ</b>	<b>11</b>	<b>0,2%</b>	<b>9</b>	<b>0,2%</b>	<b>1</b>	<b>0,0%</b>	<b>0</b>	<b>0,0%</b>	<b>21</b>	<b>0,4%</b>
<b>FLN</b>	<b>58</b>	<b>1,0%</b>	<b>10</b>	<b>0,2%</b>	<b>1</b>	<b>0,0%</b>	<b>0</b>	<b>0,0%</b>	<b>69</b>	<b>1,2%</b>
FOR	124	2,1%	13	0,2%	0	0,0%	0	0,0%	137	2,4%
GIG	200	3,4%	20	0,3%	0	0,0%	0	0,0%	220	3,8%
GRU	108	1,9%	13	0,2%	0	0,0%	0	0,0%	121	2,1%
<b>GYN</b>	<b>82</b>	<b>1,4%</b>	<b>26</b>	<b>0,4%</b>	<b>0</b>	<b>0,0%</b>	<b>1</b>	<b>0,0%</b>	<b>109</b>	<b>1,9%</b>
IGU	29	0,5%	5	0,1%	0	0,0%	0	0,0%	34	0,6%
IOS	39	0,7%	14	0,2%	0	0,0%	0	0,0%	53	0,9%
JDO	12	0,2%	5	0,1%	0	0,0%	0	0,0%	17	0,3%
JOI	10	0,2%	7	0,1%	0	0,0%	0	0,0%	17	0,3%
JPA	16	0,3%	2	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	18	0,3%
LDB	11	0,2%	7	0,1%	0	0,0%	0	0,0%	18	0,3%
MAB	32	0,6%	13	0,2%	0	0,0%	0	0,0%	45	0,8%
MAO	60	1,0%	9	0,2%	0	0,0%	0	0,0%	69	1,2%
MCZ	35	0,6%	6	0,1%	0	0,0%	0	0,0%	41	0,7%
MGF	10	0,2%	5	0,1%	0	0,0%	0	0,0%	15	0,3%
MOC	13	0,2%	6	0,1%	0	0,0%	0	0,0%	19	0,3%
NAT	45	0,8%	4	0,1%	0	0,0%	0	0,0%	49	0,8%
NVT	81	1,4%	39	0,7%	0	0,0%	0	0,0%	120	2,1%
PMW	25	0,4%	4	0,1%	0	0,0%	0	0,0%	29	0,5%
PNZ	10	0,2%	1	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	11	0,2%
<b>POA</b>	<b>220</b>	<b>3,8%</b>	<b>48</b>	<b>0,8%</b>	<b>0</b>	<b>0,0%</b>	<b>1</b>	<b>0,0%</b>	<b>269</b>	<b>4,6%</b>
PVH	43	0,7%	13	0,2%	0	0,0%	0	0,0%	56	1,0%
RAO	3	0,1%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	3	0,1%
RBR	7	0,1%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	7	0,1%
REC	191	3,3%	18	0,3%	1	0,0%	0	0,0%	210	3,6%
SDU	202	3,5%	114	2,0%	1	0,0%	0	0,0%	317	5,5%
SJP	14	0,2%	5	0,1%	0	0,0%	0	0,0%	19	0,3%

SLZ	47	0,8%	8	0,1%	0	0,0%	0	0,0%	55	0,9%
SSA	206	3,5%	23	0,4%	0	0,0%	0	0,0%	229	3,9%
THE	38	0,7%	14	0,2%	0	0,0%	0	0,0%	52	0,9%
UDI	53	0,9%	17	0,3%	0	0,0%	0	0,0%	70	1,2%
VCP	1497	25,8%	221	3,8%	5	0,1%	1	0,0%	1724	29,7%
VIX	85	1,5%	36	0,6%	2	0,0%	0	0,0%	123	2,1%
<b>Total</b>	<b>4827</b>	<b>83,1%</b>	<b>963</b>	<b>16,6%</b>	<b>13</b>	<b>0,2%</b>	<b>3</b>	<b>0,1%</b>	<b>5806</b>	<b>100,0%</b>

A Tabela 4 sugere que os pousos realizados com a configuração de flape 6 representam maior quantidade para desacelerações do eixo vertical entre 1.5 e 1.8, se comparado a configuração 5, na qual os valores obtidos foram de 12,9% e 3,7%, respectivamente. Ainda que haja mais pousos realizados com configuração 5, há praticamente a mesma quantidade de pousos cujos valores de “G” ficaram entre 1.8 e 2.0. Entretanto, a tabela revelou que os pousos com desacelerações maiores que 2.0 somente foram realizados com configuração para pouso 6. Essa relação é possível, pois o teste Qui-Quadrado indicou possível associação entre as variáveis com nível de significância menor que 0,005 ( $p=0,00$ ). Esses dados sugerem uma possível relação entre outras variáveis que não a função do piloto, tais como aeroporto e configuração para pouso, sugerindo validar o segundo pressuposto proposto pelo trabalho.

Tabela 4 - Contingência com as variáveis configuração de pouso e valor de “G” (AUTOR, 2021).

Configuração de Pouso	Desaceleração no eixo vertical (G)								Total	
	1.0-1.5		1.5-1.8		1.8-2.0		2.0-2.3		N	%
	N	%	N	%	N	%	N	%		
5	3190	54,9%	216	3,7%	6	0,1%	0	0,0%	3412	58,8%
6	1637	28,2%	747	12,9%	7	0,1%	3	0,1%	2394	41,2%
<b>Total</b>	<b>4827</b>	<b>83,1%</b>	<b>963</b>	<b>16,6%</b>	<b>13</b>	<b>0,2%</b>	<b>3</b>	<b>0,1%</b>	<b>5806</b>	<b>100,0%</b>

A configuração de pouso se refere ao grau de deflexão do flape e do *slat* utilizados para pouso. Esses dois dispositivos são chamados de superfícies hipersustentadoras e permitem que a aeronave realize pousos e decolagens com segurança, pois reduzem a velocidade necessária para voar (velocidade de estol). Por outro lado, quanto maior o ângulo dessas superfícies, mais potência dos motores é necessário para a aeronave manter sua velocidade, pois o arrasto é maior. Há também

aumento no ângulo de descida da aeronave e, conseqüentemente, caso o piloto não intervenha, incremento da velocidade de descida da aeronave.

A utilização de uma das configurações para pouso reside em, pelo menos, três fatores: 1) motivo da escolha; 2) velocidade necessária para aquela configuração; 3) atitude da aeronave. Pelo fato de gerar velocidades menores, a configuração de pouso 6 é utilizada para aeroportos cuja pista de pouso é pequena, há alta temperatura (acima de 28° geralmente) e o peso de pouso é alto. Todos esses fatores fazem com que a velocidade de aproximação da aeronave seja maior se a configuração 6 não for utilizada. Ao reduzir a velocidade, reduz-se a distância de pista de pouso para parada e a temperatura do freio após a frenagem (o que reduz a possibilidade de esvaziamento do pneu e, por conseguinte, diminui o tempo de solo para esperar o resfriamento do conjunto de freios). O peso influencia todos os fatores anteriores, pois aumenta a distância para pouso e exige maior eficiência dos freios devido à inércia maior.

Como consequência do maior ângulo de flape, há redução na atitude da aeronave, definida como o ângulo formado entre o eixo longitudinal (linha reta imaginária que liga a extremidade traseira da aeronave com a dianteira) e o horizonte. Isso faz com que o piloto tenha maior visão da pista, mas ao mesmo tempo, requer que aja com maior amplitude nos comandos para trazer a atitude da aeronave para o pouso. Como o tempo geralmente é o mesmo, há necessidade de o piloto aumentar a razão de variação da atitude por segundo. Por último, ainda é sugerido o fato da configuração 6 ser muito menos utilizada do que a 5, principalmente nas condições onde nenhum dos motivos anteriores se aplica.

## 6 CONCLUSÃO

O presente trabalho atingiu o objetivo proposto ao concluir que não há relação direta entre a função do piloto (comandante ou copiloto) e a incidência de *hard landing*. Essa inferência foi baseada no primeiro pressuposto, validado pelos testes Qui-Quadrado realizados e o teste-T. Esse último, apesar de indicar haver diferenças significativas entre as médias, revelou que a média de “G” dos pousos de copilotos é menor do que dos comandantes. Mesmo que não fosse possível provar a falta de relação entre as médias, o fato dos menos experientes terem uma média menor do que os mais experientes já corrobora o primeiro pressuposto do artigo.

Os testes Qui-Quadrado realizados subsequentemente, revelaram a possibilidade de associação entre outros fatores que não a função dos pilotos. Alguns aeroportos

revelaram possibilidade de propensão de *hard landing* devido às suas características. Do mesmo modo, a configuração de pouso da aeronave indicou ser fator contribuintes para a ocorrência do evento.

O estudo possui como limitação o fato de os dados terem sido limitados ao mês de março de 2013, o que pode não representar toda a operação da empresa. Foi analisada apenas a função segundo o indicado pela aeronave com um grau de 95% de confiança, e, como fatores externos, a configuração de pouso e o aeródromo. Não necessariamente somente tais fatores influenciam na ocorrência dos pousos duros, assim como sua interação também pode revelar padrões diferentes caso tais fatores sejam analisados separadamente.

Como sugestão de estudos futuros, recomenda-se analisar a utilidade de ferramentas estatísticas multivariadas para verificar a relação entre as variáveis. Ademais, os dados precisam ser estendidos para outros meses de operação, bem como outras variáveis devem ser analisadas.

## REFERÊNCIAS

- DEKKER, S. W. A (2002). Reconstructing human contributions to accidents: the new view on error and performance. **Journal of Safety Research**, v.33, p.371-385.
- \_\_\_\_\_ (2005). **The field guide to human error understanding**. Aldershot: Ashgate.
- FLIGHT SAFETY FOUNDATION (1998). Aviation Safety: U.S. efforts to implement flight operational quality assurance programs. **Flight Safety Digest**, v. 17, n.9.
- \_\_\_\_\_ (2004). Stabilizes Approach and *Flare* are Keys to Avoiding Hard landings. **Flight Safety Digest**, v. 23, n.8.
- GIL, A. C (1999). **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 5. Ed. São Paulo: Atlas.
- GROSZ, J.; RYSDYK, R.; BOOTSMA, R. J.; MULDER, J. A.; van der VAART, J. C.; van WIERINGEN, P. W. (1995). Perceptual support for timing of the flare in the landing of an aircraft. In: P. Hancock, J. Flach, J. Caird, & K. Vicente (Eds.), **Local applications of the ecological approach to human-machine systems**. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc, p. 104-121.
- HELMREICH, R.L.; MERRITT, A.C.; WILHELM, J.A. (1999). The evolution of Crew Resource Management training in commercial aviation. **International Journal of Aviation Psychology**, 9 (1), p.19-32.
- HOLLNAGEL, E. (1993). Analysis of safety functions and barriers in accidents. **Proceedings of the European Conference on Cognitive Science Approaches to Process Control (CSAPC)**, 21-24 Sep, 1993, Villeneuve, France, p. 175-180.
- HOLLNAGEL, E. (2004). **Barriers Analysis and accident prevention**. London: Ashgate.
- INSIGHTFUL CORPORATION & JET BLUE AIRWAYS INC (2004). **Application of insightful corporation's data mining algorithms to FOQA Data at Jet Blue**: a technology demonstration in partnership with the Federal Aviation Administration and the Global Aviation Information Network (GAIN).

- KENNY, D. A. (1987). **Statistics for the social and behavioral sciences**. USA: Little, Brown and Company.
- LOUKOPOLUS, L. D.; DISMUKES, R. K.; BARSHI, I. (2009). **The Multitasking Myth: handling complexity in real-world operations**. Burlington: Ashgate Publishing.
- MULDER, M.; PLEIJSANT, J.; van der VAART, H.; van WIERINGEN, P. (2000). The effects of pictorial detail on the timing of the landing *flare*: Results of a visual simulation experiment. **International Journal of Aviation Psychology**, 10, p. 291-315.
- PERROW, C. (1984). **Normal Accidents: living with high-risk technologies**. New York: Basic Books.
- RINALDUCCI, E. J.; PATTERSON, M. J.; FORREN, M.; ANDES, R. (1985). Altitude estimation of pilot and nonpilot observers using realworld scenes. In R. S. Jensen & J. Adrion (Eds.), **Proceedings of the third symposium on aviation psychology**. Columbus: Department of Aviation, The Ohio State University, p. 491-498.
- RIORDAN, R. H. (1974). Monocular visual cues and space perception during the approach and landing. **Aerospace Medicine**, 45, p. 766-771.

---

# DIFICULDADES EM SERVIÇO NA AVIAÇÃO CIVIL BRASILEIRA - PANORAMA DE 2021

*Rogério Possi Junior<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> 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 2021, que foram comunicados à Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) por operadores, organizações de manutenção de produto aeronáutico e fabricantes de produtos aeronáuticos. Após se identificarem os requisitos regulamentares associando a necessidade do envio dos relatórios com o tipo de certificação das organizações, apresentam-se os dados submetidos por elas. Os dados são mostrados de acordo com o mês apresentado, o tipo da organização, o tipo de operação, a fase de operação, a tecnologia envolvida, a certificação do produto e o programa associado. Por fim, mostra-se a evolução da frota brasileira de aeronaves comparando-a com os relatórios recebidos entre 2009 e 2021.

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

## IN SERVICE DIFFICULTIES ON BRAZILIAN CIVIL AVIATION - SUMMARY OF 2021

**ABSTRACT:** In this paper, we present a summary of in-service difficulties events in 2021, which were communicated to the National Agency of Civil Aviation (ANAC) by operators, maintenance organizations of aeronautical product and aircraft manufacturers. After identifying 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, the involved technology, the product certification and the associated program. Finally, the evolution of the Brazilian aircraft fleet is shown, comparing it with the reports received between 2009 and 2021.

**KEYWORDS:** Airworthiness. In service difficulties. Flight safety.

## 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. Esses padrões e requisitos compõem os regulamentos de aeronavegabilidade (DE FLORIO, 2011).

Aeronavegabilidade consiste na propriedade de um sistema particular - o sistema aéreo - de atingir, manter e terminar um voo de maneira segura, de acordo com suas características de operação e limites (DEPARTMENT OF DEFENSE, 2014).



Desta forma, a certificação de aeronavegabilidade consiste na implementação de um processo contínuo para verificar se aquele sistema aéreo se mantém 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 (DEPARTMENT OF DEFENSE, 2014).

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

Um dos processos que permite corroborar 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 00-001B, 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 (ANAC, 2018).

## **2 METODOLOGIA**

A fonte de dados utilizada foi 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>). O espaço amostral analisado consistiu no conjunto dos 639 relatórios submetidos no ano de 2021, 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. Dessa forma, tem-se a seção 21.3 do RBAC 21 (ANAC, 2021a) para os fabricantes de produtos aeronáuticos, a seção 121.703 do RBAC 121 (ANAC, 2021b) ou a seção 135.415 do RBAC 135 (ANAC, 2021c) para os operadores de aeronaves, conforme aplicável; e a seção 145.221 do RBAC 145 (ANAC, 2021d), para as organizações de manutenção de produto aeronáutico.

Observa-se que tais requisitos são aderentes a práticas e padrões recomendados relativos à aeronavegabilidade e às operações constantes nos Anexos 6 (ICAO, 2010a) e 8 (ICAO, 2010b) da *International Civil Aviation Organization* (ICAO). Certos eventos associados à 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 desses dados, dependendo da natureza da organização (Figura 2). A IS 00-001B possui o detalhamento relativo ao requerido pelos regulamentos quanto à comunicação dos eventos de dificuldades em serviço (ANAC, 2018).

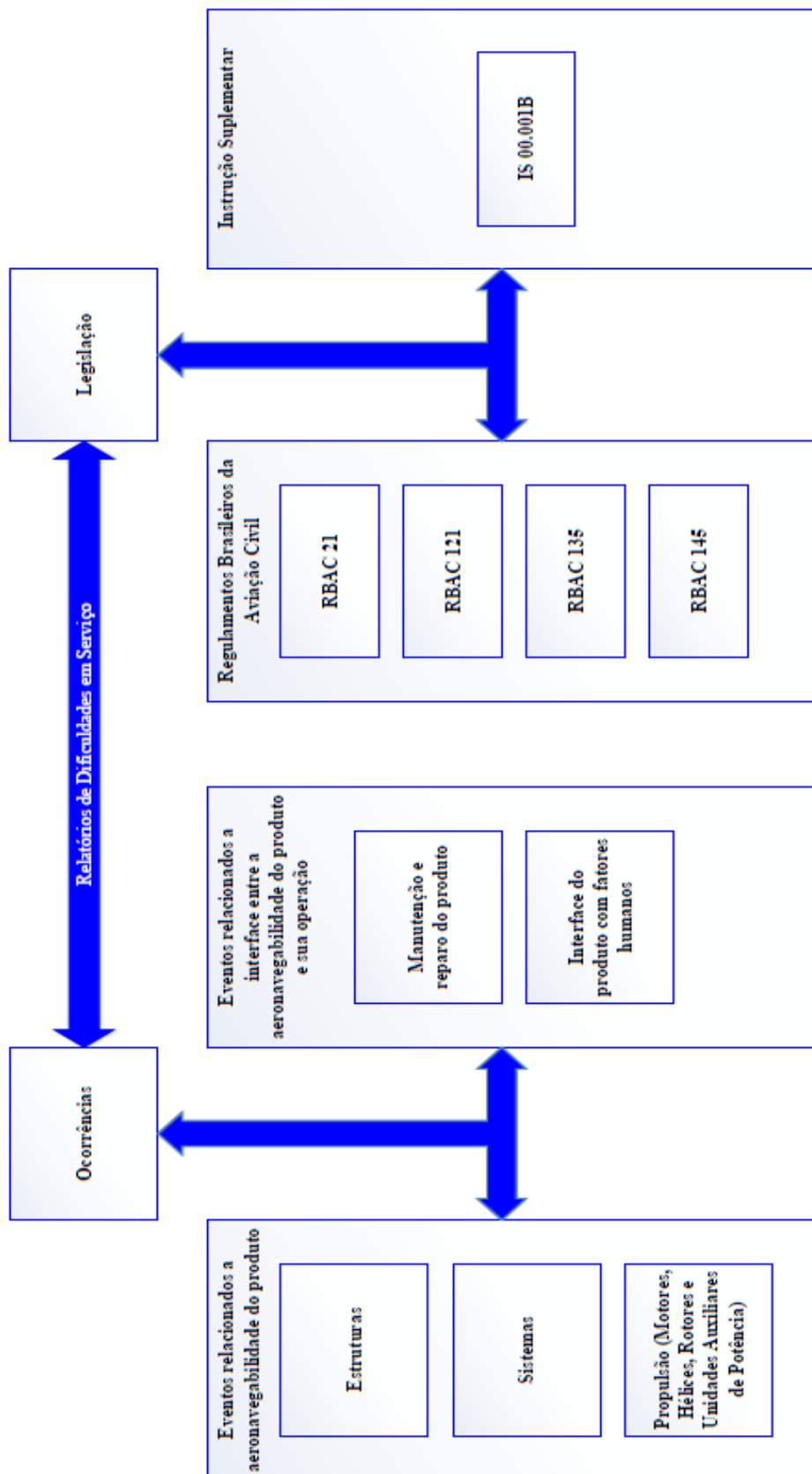


Figura 1 – Ilustração do fluxo de dados entre as diferentes organizações (Fonte: ANAC, 2021).

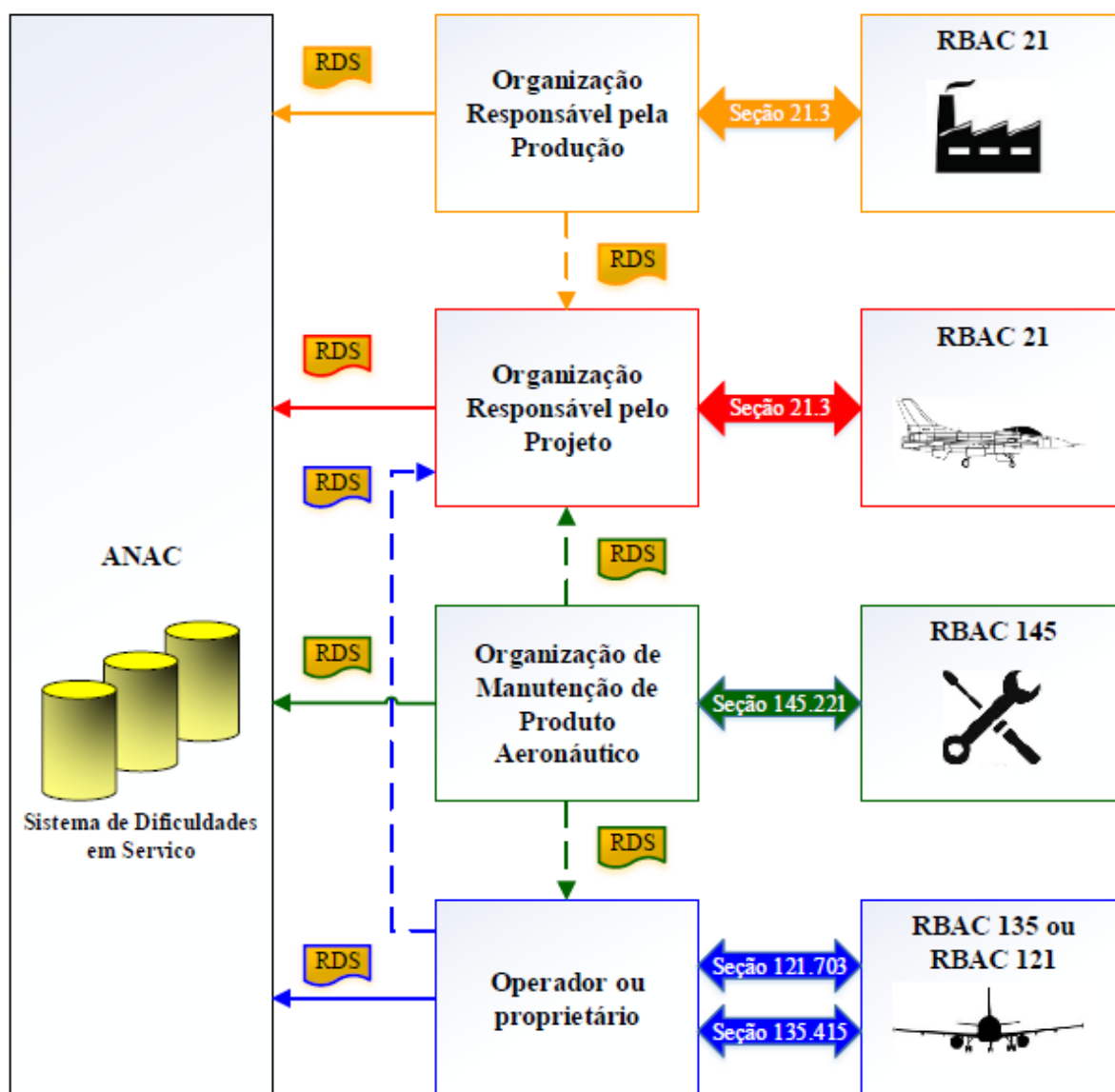


Figura 2 – Ilustração do fluxo de dados entre as diferentes organizações (POSSI, 2016).

#### 4 OCORRÊNCIAS – PANORAMA GERAL

Destarte, apresenta-se a seguir um resumo dos relatórios submetidos a ANAC, relativo ao ano de 2021.

##### 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, no qual é observada a inexistência de relatórios oriundos das organizações de manutenção.

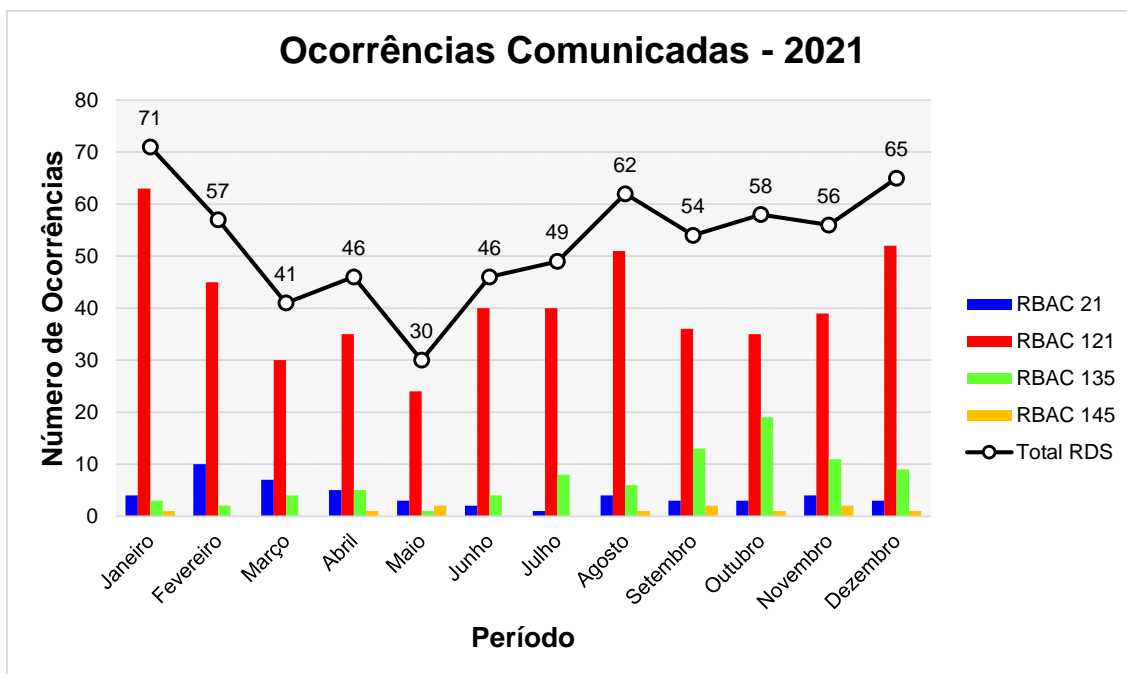


Figura 3 - Relatórios enviados (ANAC, 2022a).

Novamente, tem-se poucos relatórios de dificuldades em serviço submetidos por organizações de manutenção de produto aeronáutico certificadas pelo RBAC 145. Tal fato já foi mostrado em trabalhos anteriores como em (POSSI, 2016), (POSSI, 2017), (POSSI, 2018) e (POSSI, 2019).

#### 4.2 Incidência dos relatórios recebidos relativa à certificação da organização regulada

A Figura 4 ilustra o percentual de relatórios enviados de acordo com a certificação das empresas que os submeteram durante 2021. Nota-se que a maioria dos relatórios tem origem em empresas aéreas regidas pelo RBAC 121.



Figura 4 - Relatórios enviados por certificação (ANAC, 2022a).

#### 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, a porcentagem 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 (ANAC, 2022a).

#### 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 ocorreu durante as etapas de *Takeoff*, *Climb*, e *Cruise*. Já a Figura 7c apresenta algumas ocorrências com desdobramentos na operação do avião.

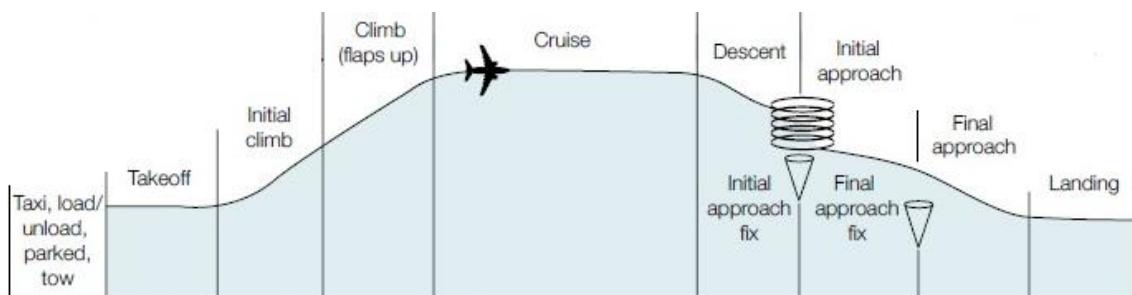


Figura 6 – Fases de Operação. Adaptado de (BOEING, 2015).

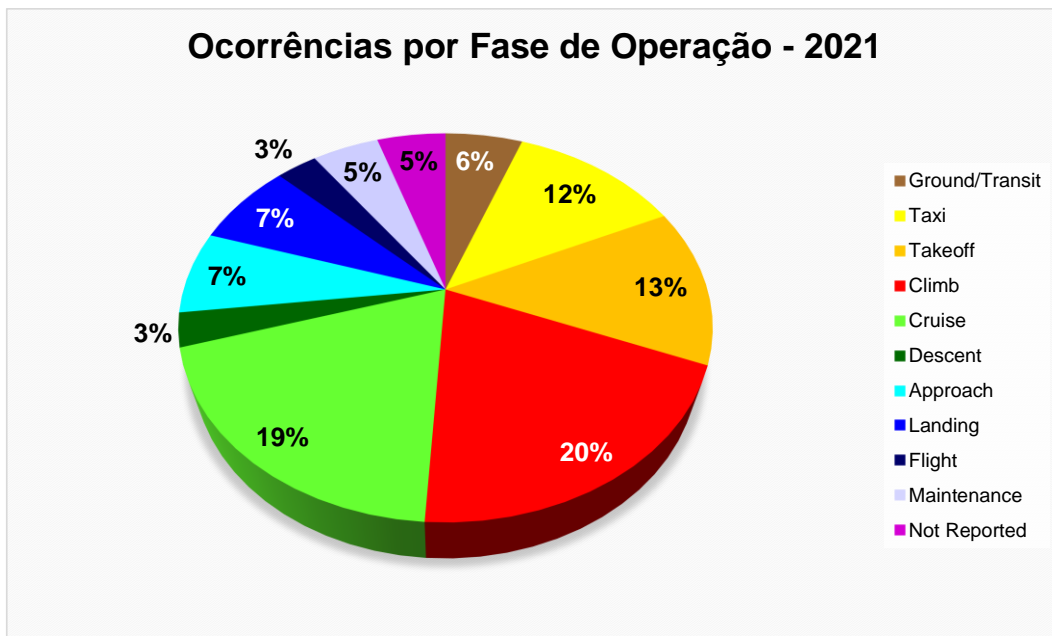


Figura 7a – Ocorrências recebidas por fase de operação (ANAC, 2022a).

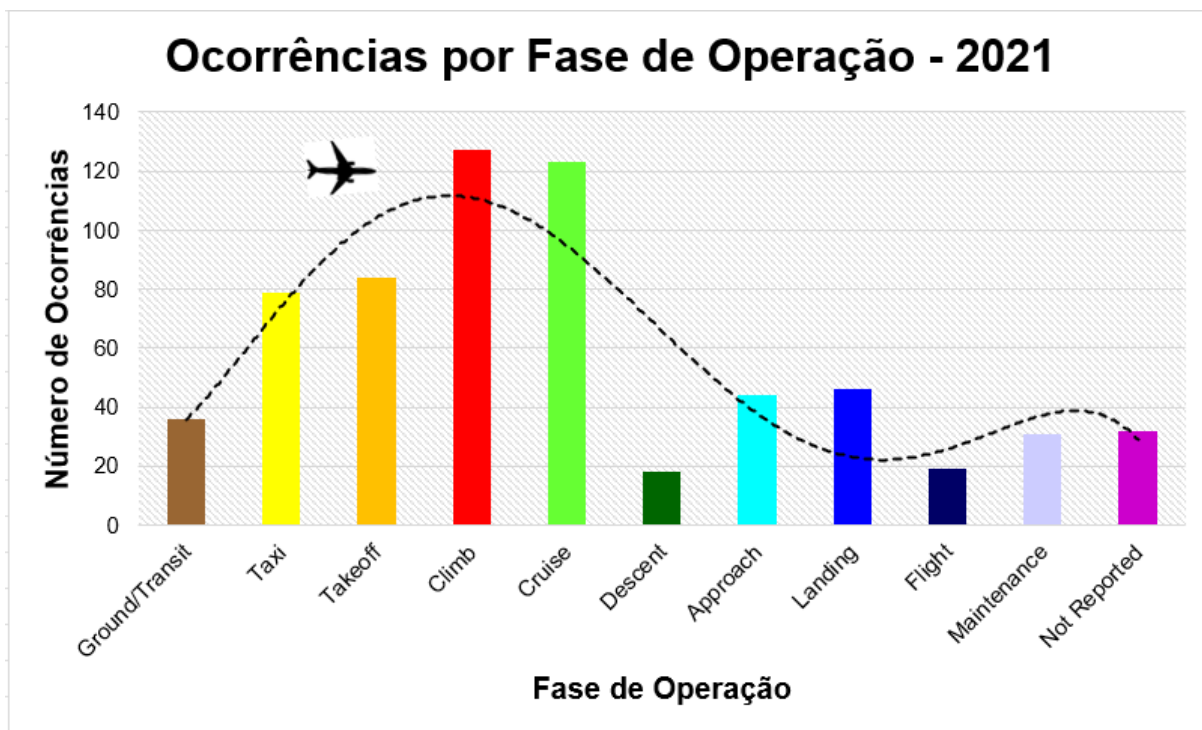


Figura 7b – Ocorrências recebidas por fase de operação (ANAC, 2022a).



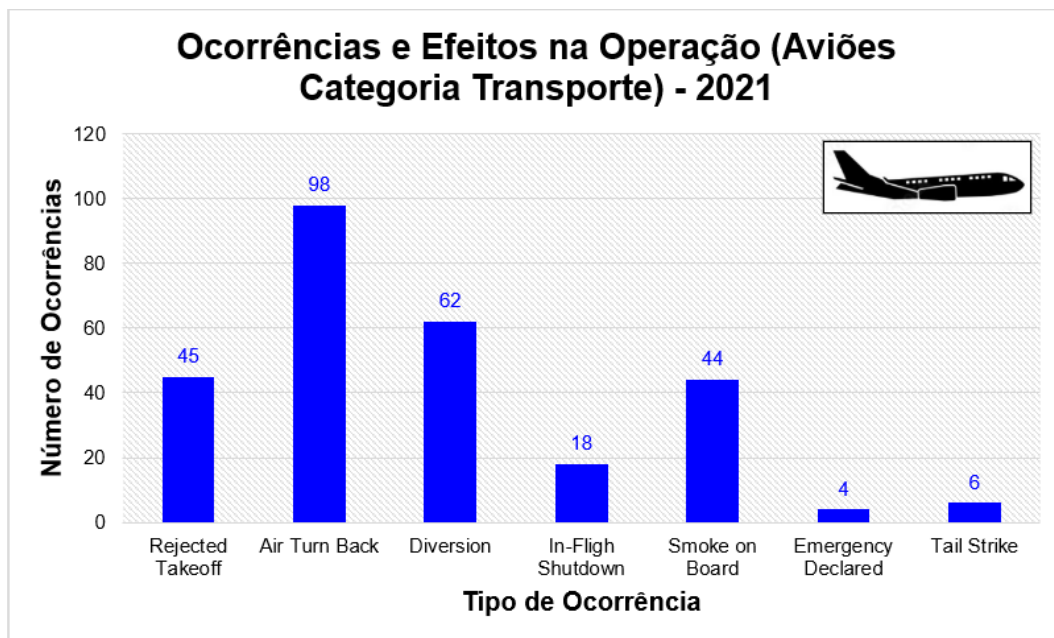


Figura 7c – Ocorrências e efeitos operacionais (ANAC, 2022a).

## 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 2021 classificados de acordo com os sistemas (descritos pelo sistema ATA 2200) que integram as aeronaves certificadas pelos RBAC 23, 25 e 29, respectivamente.

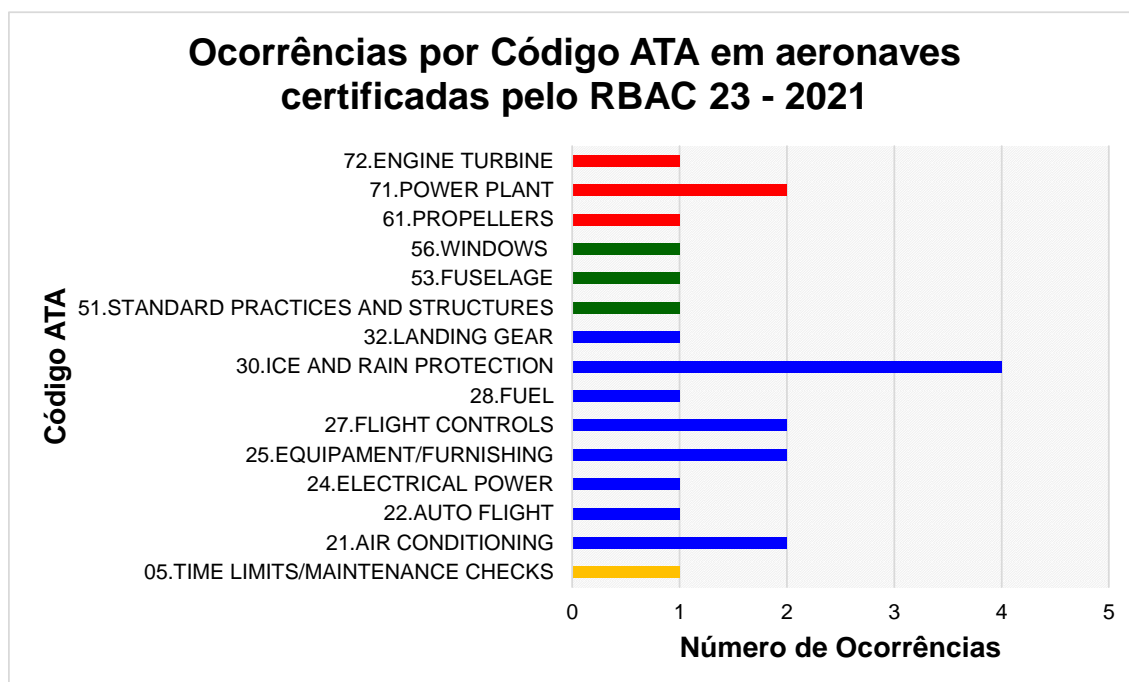


Figura 8a – Ocorrências recebidas por código ATA – Aeronaves certificadas pelo RBAC 23 (ANAC, 2022a).

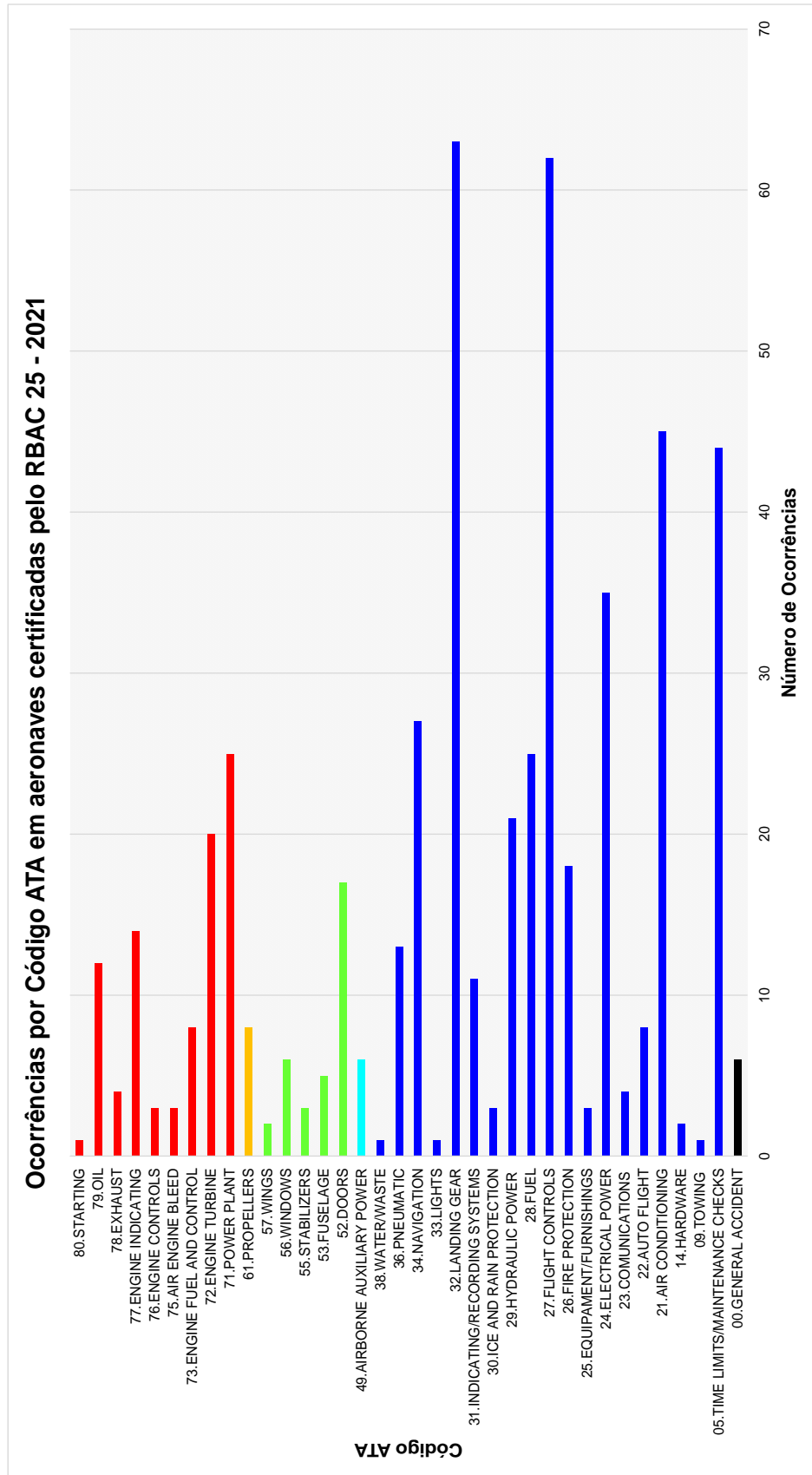


Figura 8b – Ocorrências recebidas por código ATA – Aeronaves certificadas pelo RBAC 25 (ANAC, 2022a).

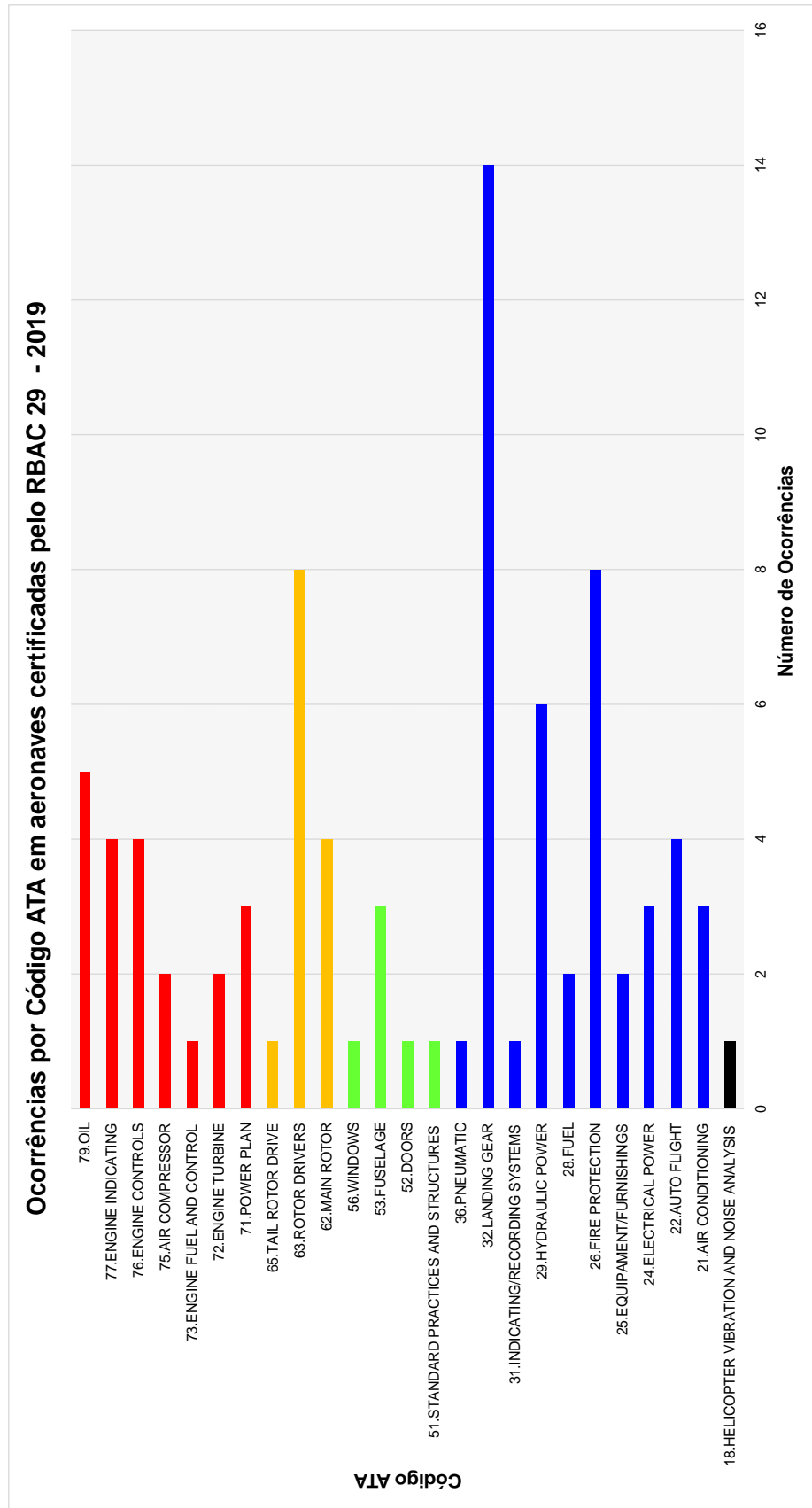


Figura 8c – Ocorrências recebidas por código ATA – Aeronaves certificadas pelo RBAC 29 (ANAC, 2022a).

## 5.1 Sistemas

A seguir (Figuras 9 até 22) é feita a separação dos eventos associados aos sistemas das aeronaves certificadas pelo RBAC 25 (categoria transporte), de acordo com seu código ATA incidente. Observa-se que nem todas as ATAs tiveram análise detalhada; pois, em alguns casos, os eventos foram comunicados como falha do sistema em particular e, em outros, só houve um tipo de falha comunicada.

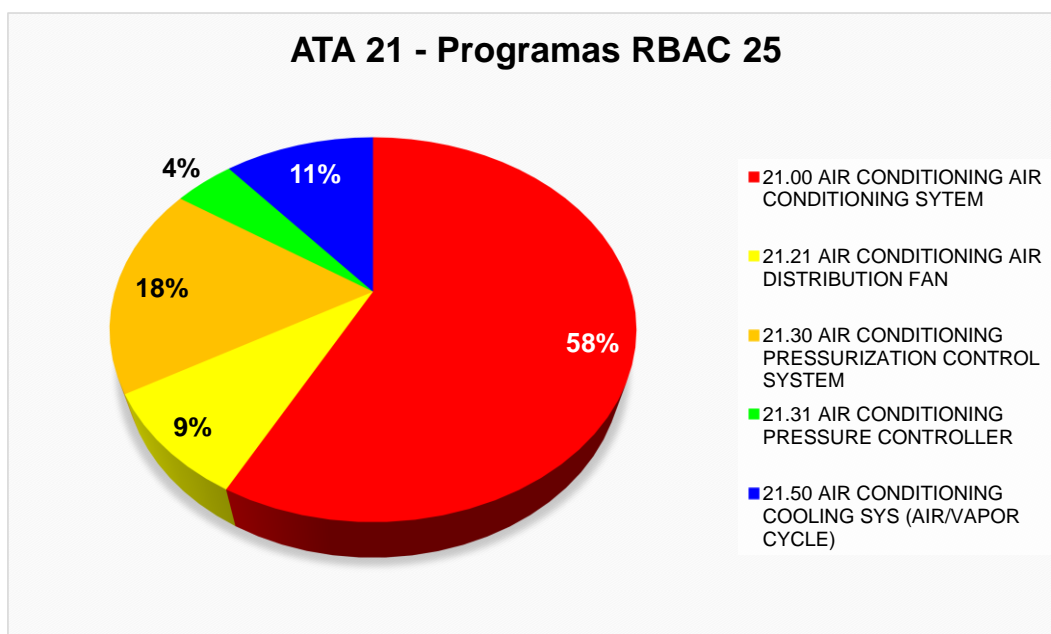


Figura 9 – Ocorrências ATA 21 (ANAC, 2022a).

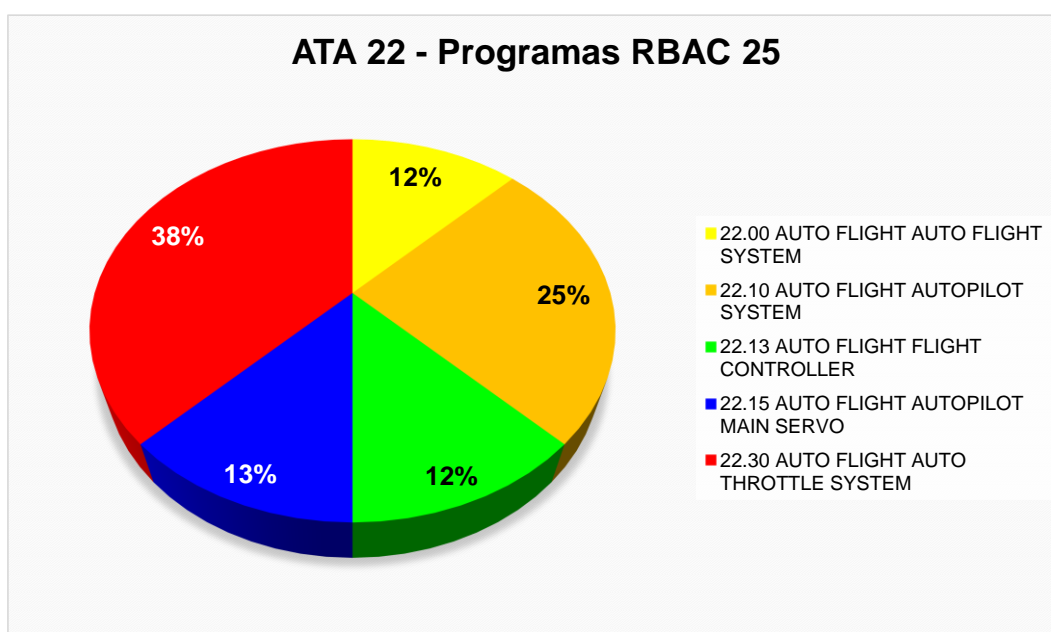


Figura 10 – Ocorrências ATA 22 (ANAC, 2022a).

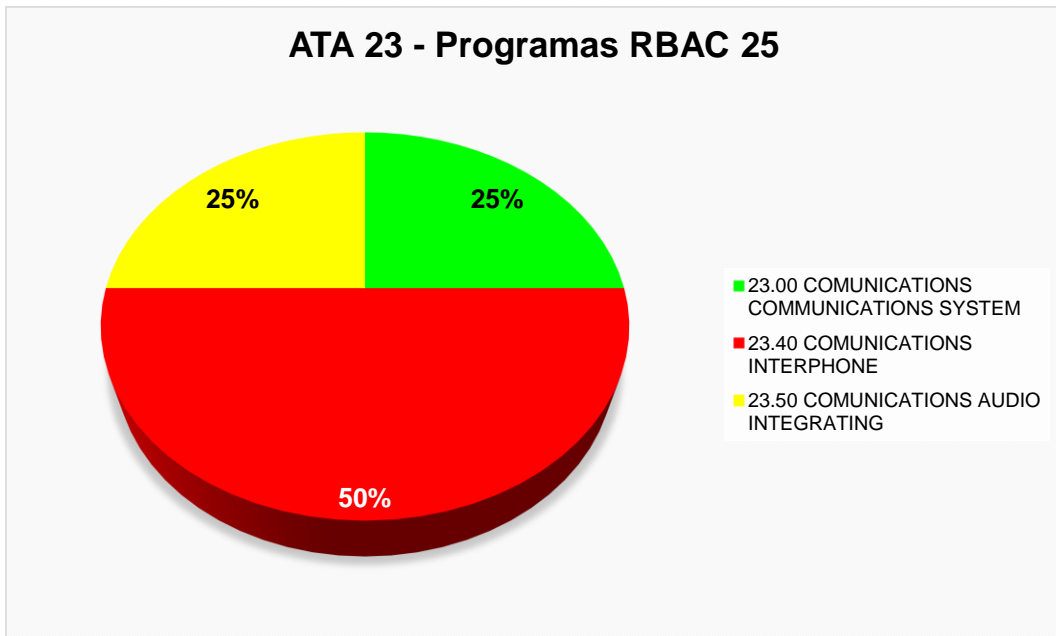


Figura 11 – Ocorrências ATA 23 (ANAC, 2022a).

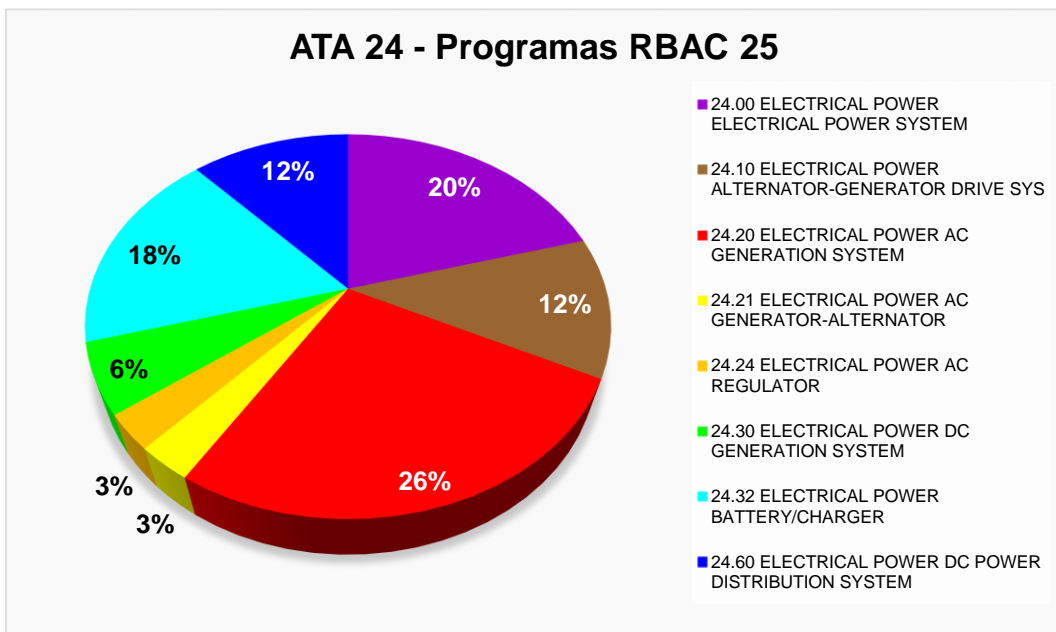


Figura 12 – Ocorrências ATA 24 (ANAC, 2022a).

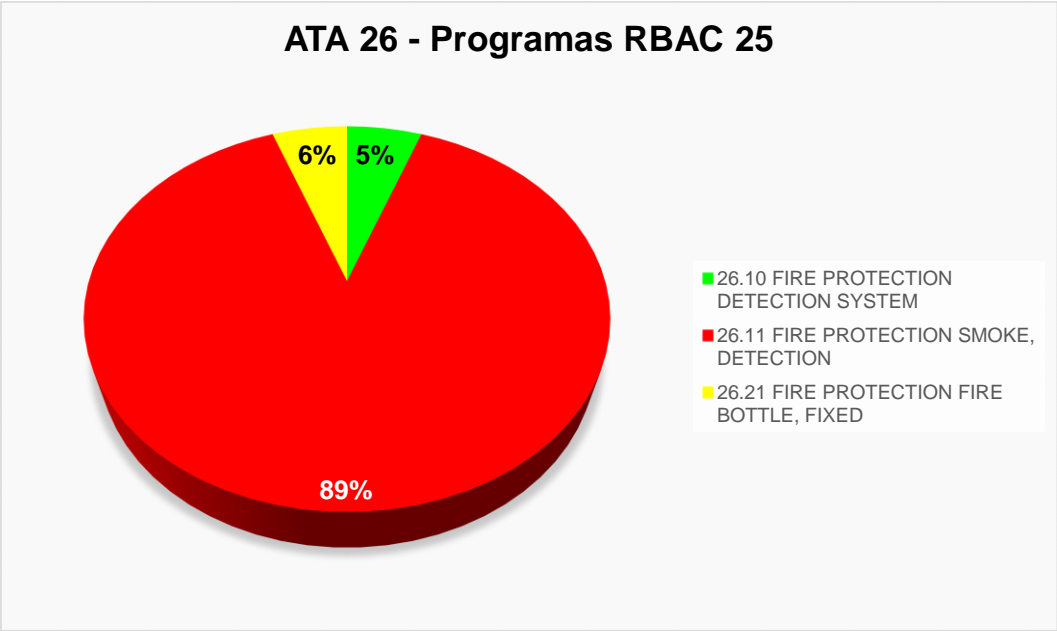


Figura 13 – Ocorrências ATA 26 (ANAC, 2022a).

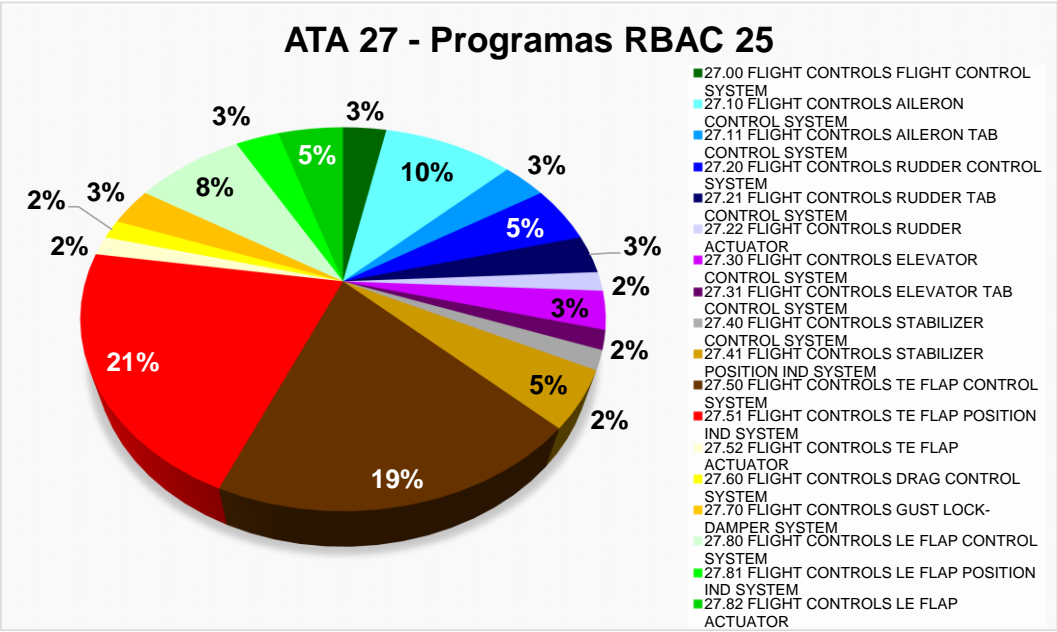


Figura 14 – Ocorrências ATA 27 (ANAC, 2022a).

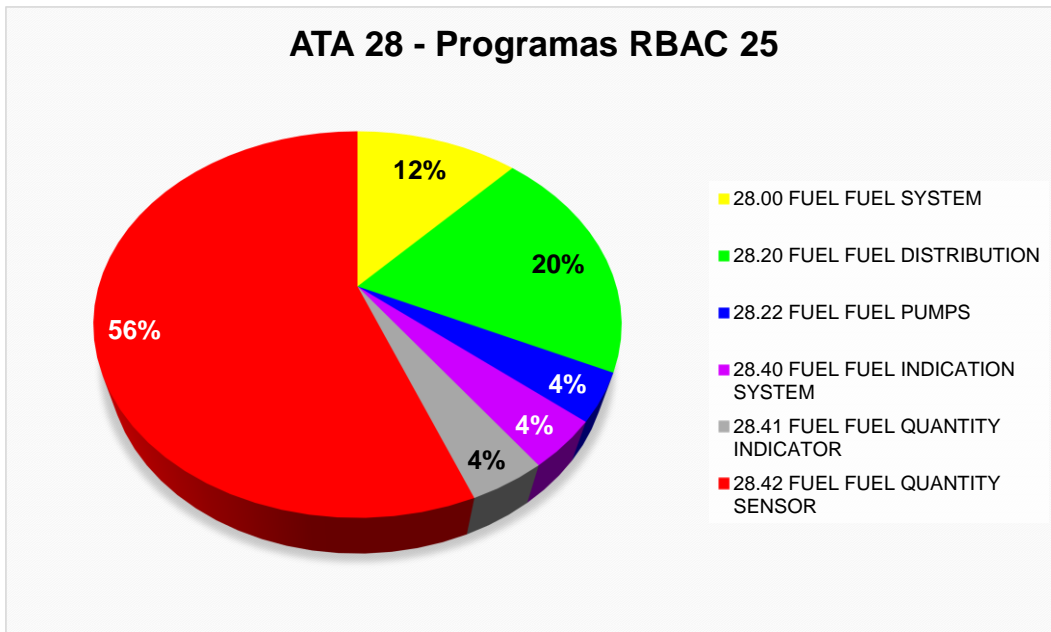


Figura 15 – Ocorrências ATA 28 (ANAC, 2022a).

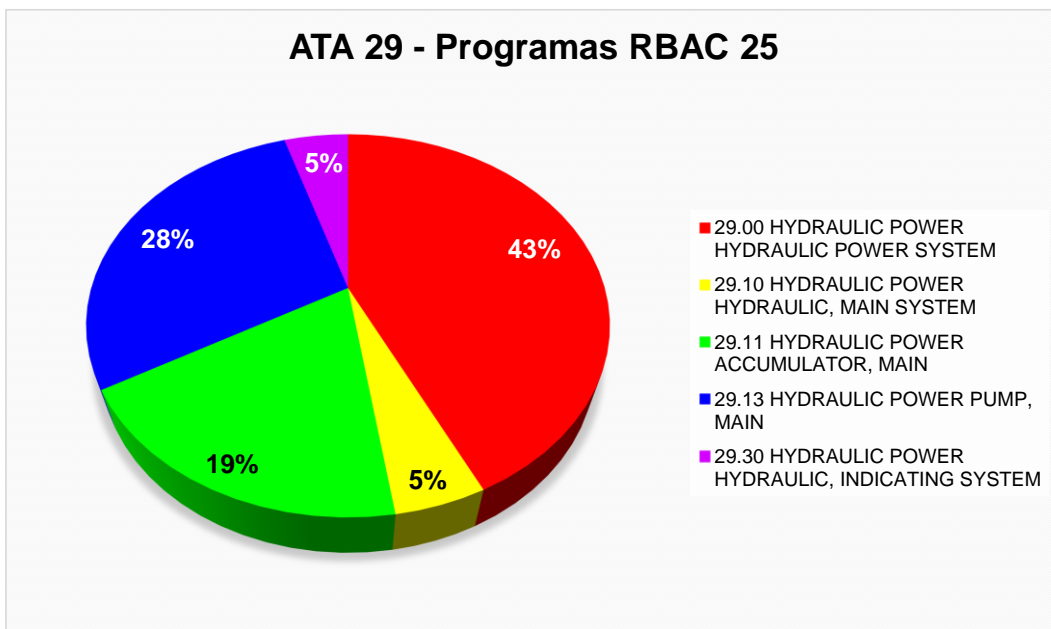


Figura 16 – Ocorrências ATA 29 (ANAC, 2022a).

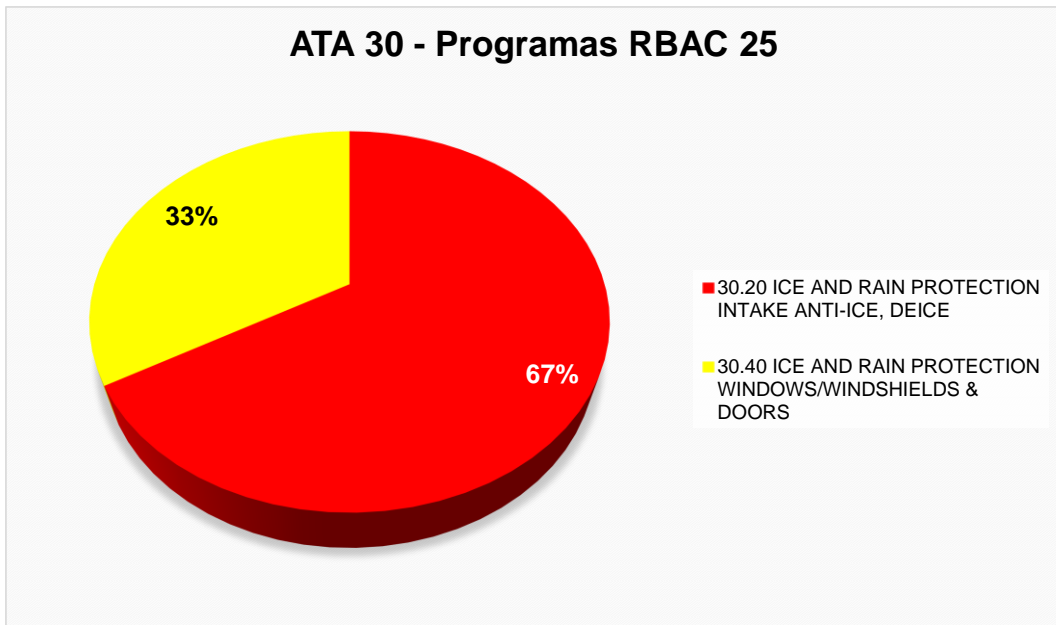


Figura 17 – Ocorrências ATA 30 (ANAC, 2022a).

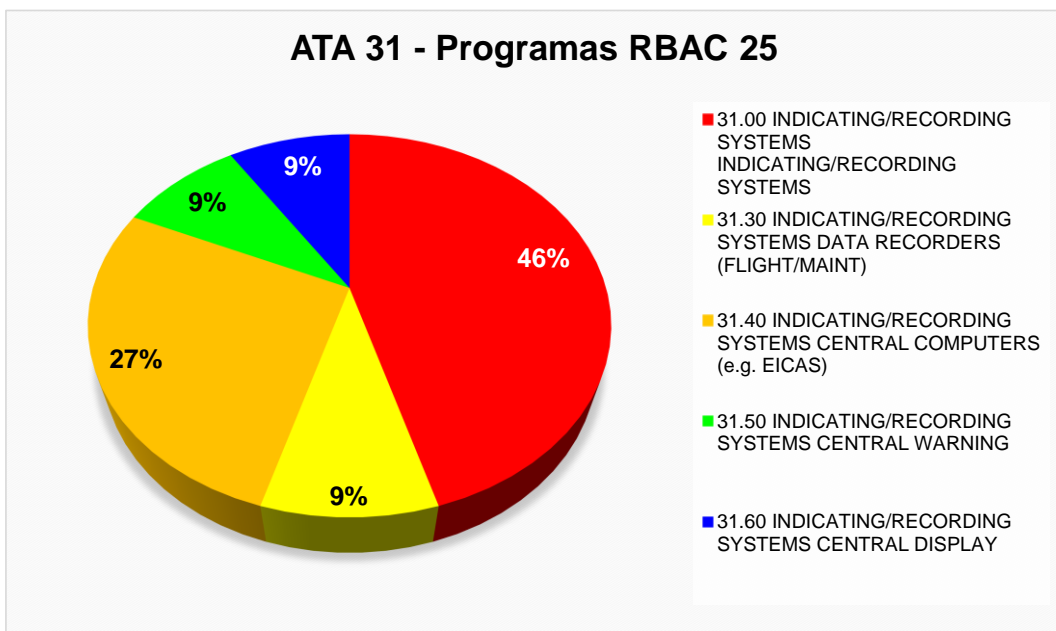


Figura 18 – Ocorrências ATA 31 (ANAC, 2022a).



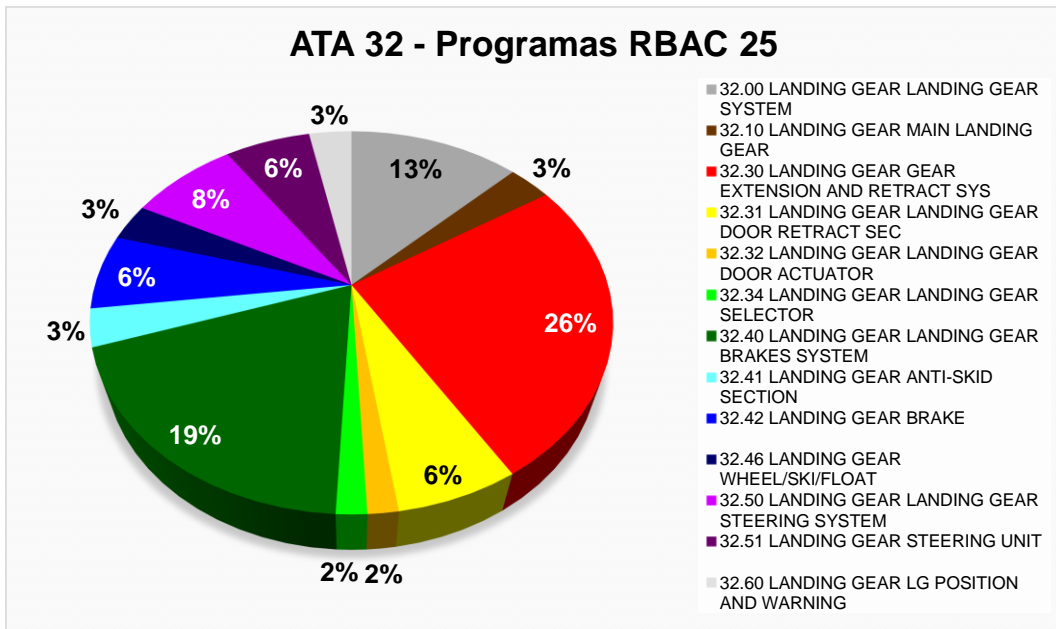


Figura 19 – Ocorrências ATA 32 (ANAC, 2022a).

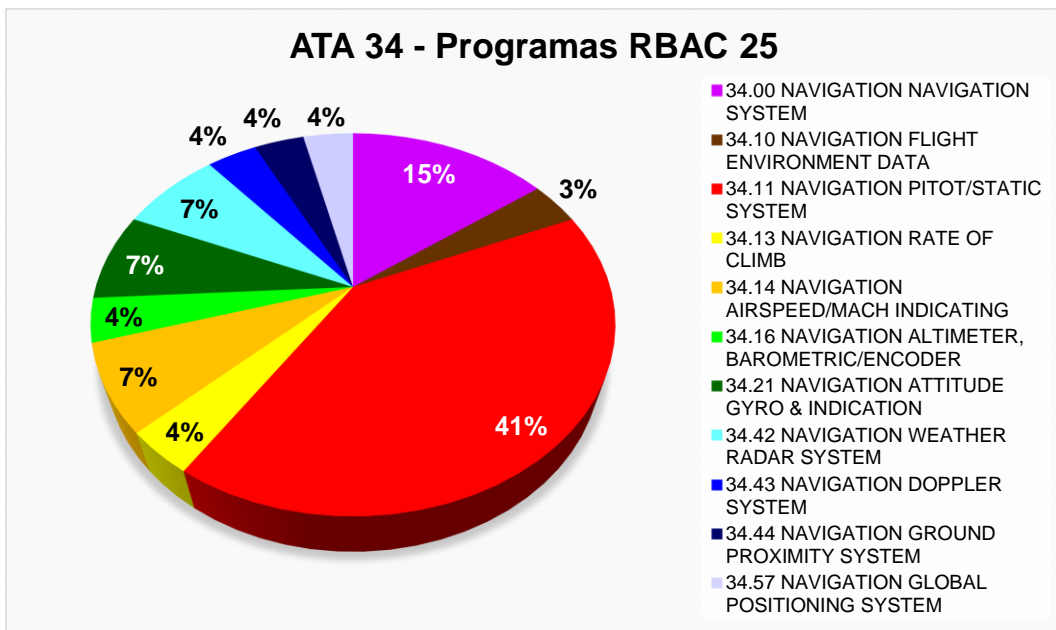


Figura 20 – Ocorrências ATA 34 (ANAC, 2022a).

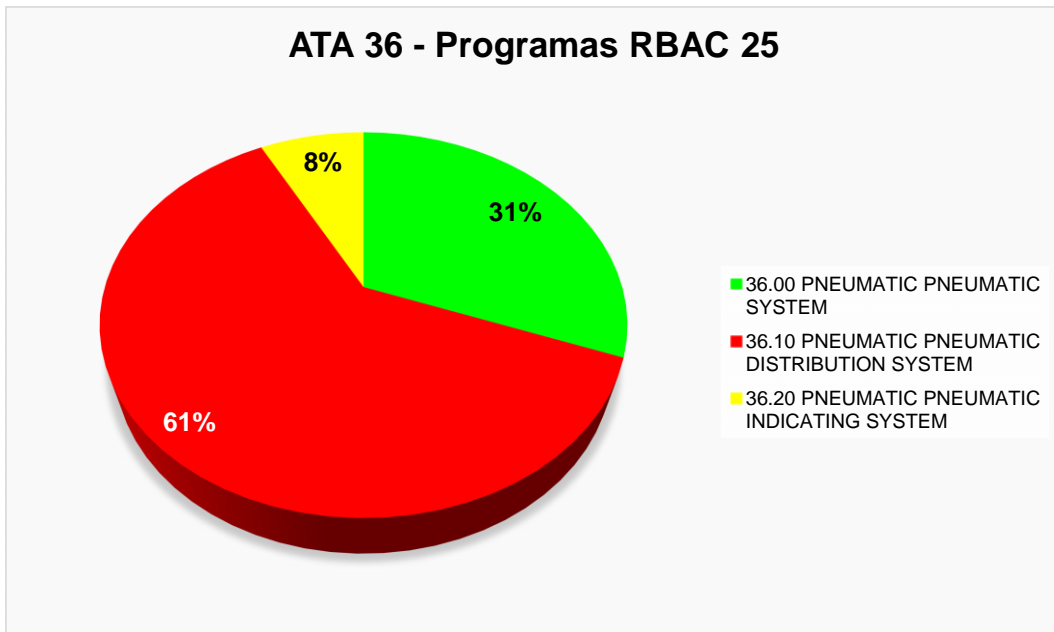


Figura 21 – Ocorrências ATA 36 (ANAC, 2022a).

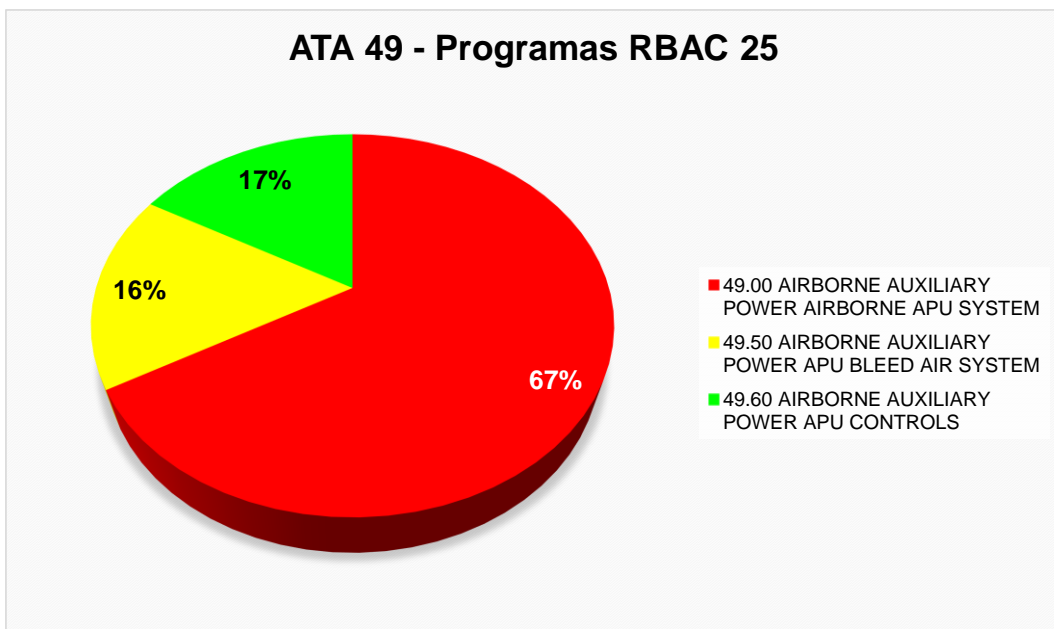


Figura 22 – Ocorrências ATA 49 (ANAC, 2022a).

## 5.2 Estrutura – Ata 50 a 59

A seguir são apresentados (Figuras 23 a 27) os eventos relativos aos itens estruturais das aeronaves.

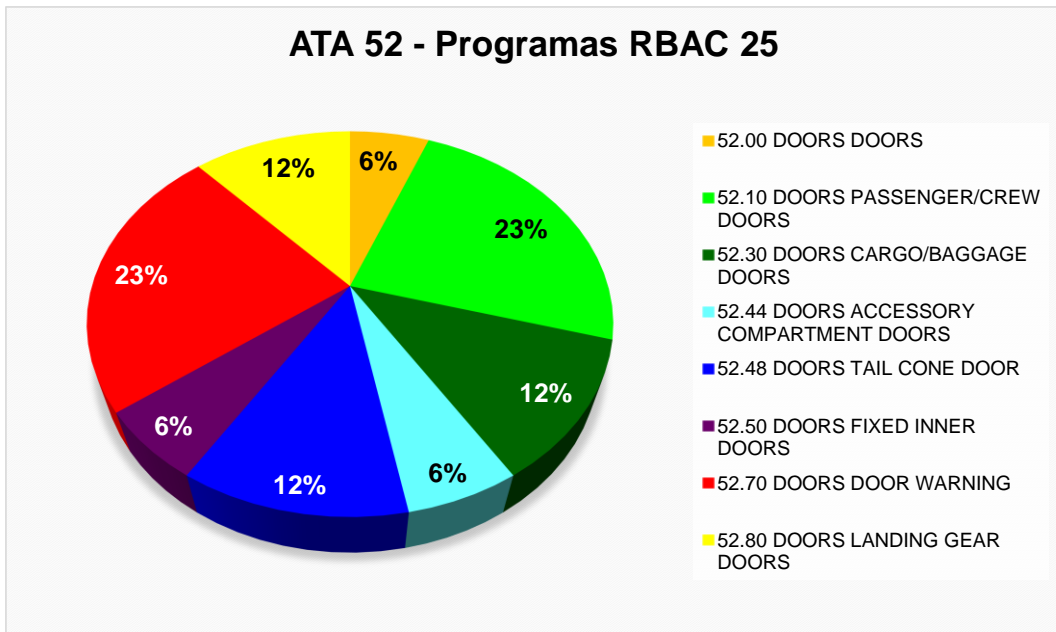


Figura 23 – Ocorrências ATA 52 (ANAC, 2022a).

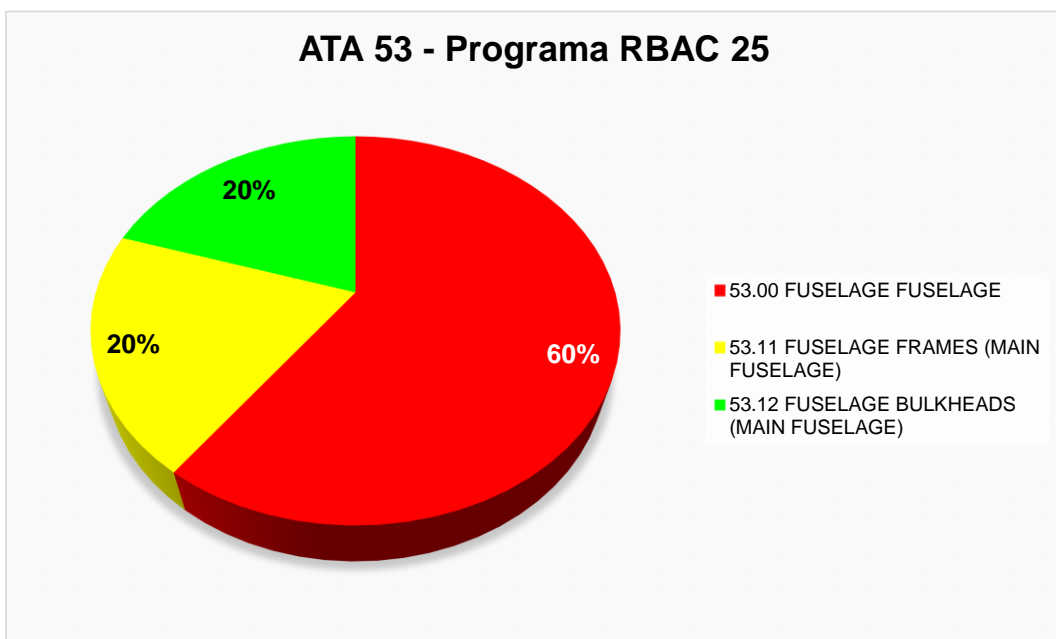


Figura 24 – Ocorrências ATA 53 (ANAC, 2022a).

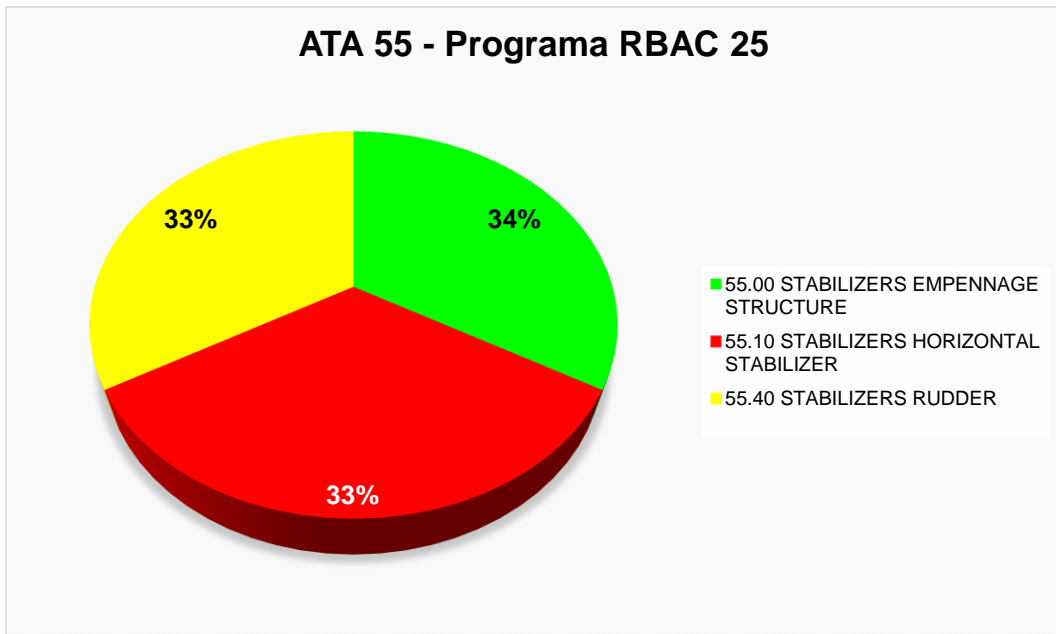


Figura 25 – Ocorrências ATA 55 (ANAC, 2022a).

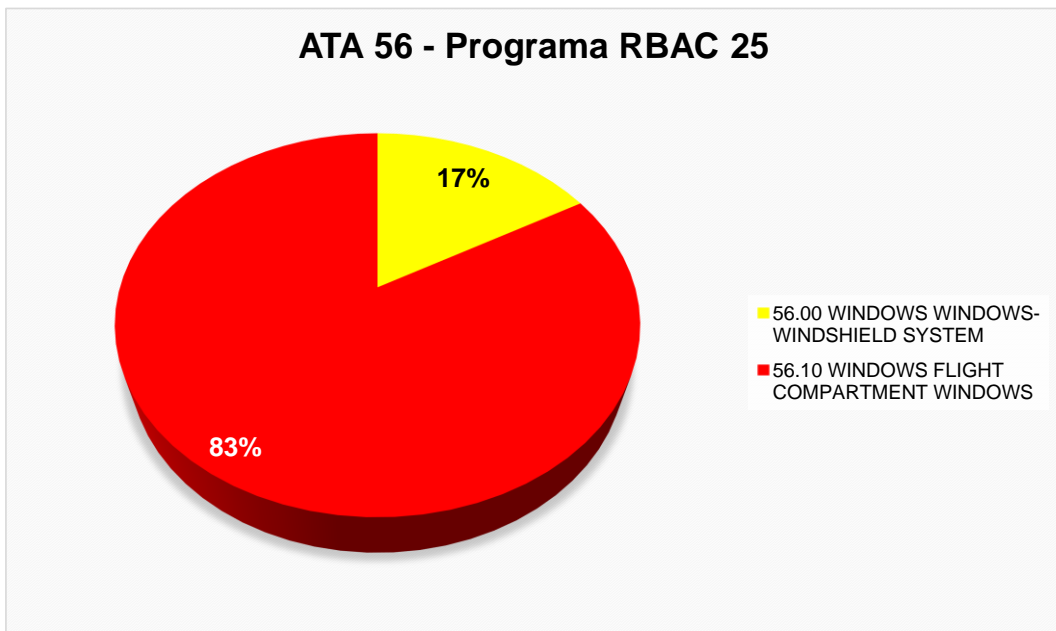


Figura 26 – Ocorrências ATA 56 (ANAC, 2022a).

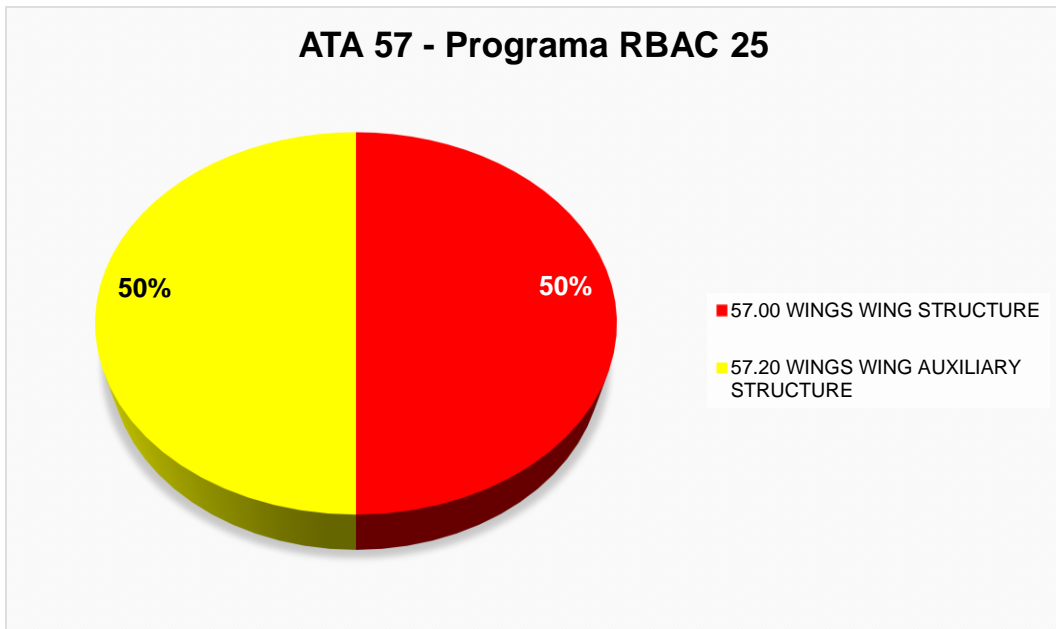


Figura 27 – Ocorrências ATA 57 (ANAC, 2022a).

### 5.3 Hélices e rotores – Ata 60 a 67

A seguir são apresentados (Figura 28) os eventos relativos aos sistemas de hélices e rotores completos, excluindo-se os sistemas de anti-gelo dos mesmos.

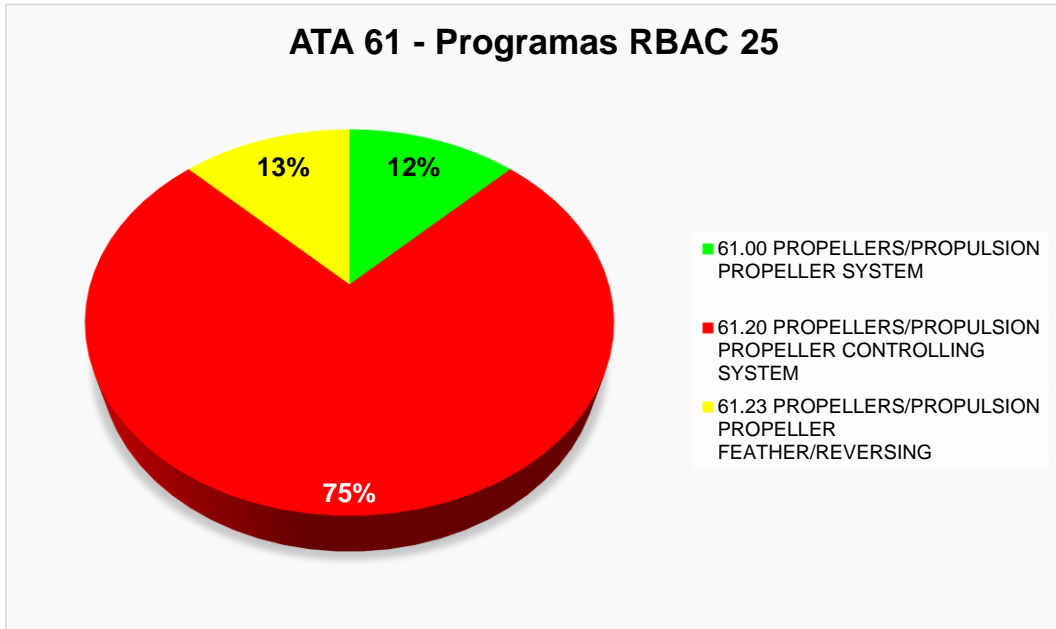


Figura 28 – Ocorrências ATA 61 (ANAC, 2022a).

#### 5.4 Grupo motopropuldor – Ata 71 a 84

A seguir são apresentados (Figuras 29 a 35) os eventos relativos à unidade de potência completa, que desenvolve empuxo/potência através da exaustão dos gases ou através de hélices, excluindo itens como geradores e compressores, que são cobertos por seus respectivos sistemas.

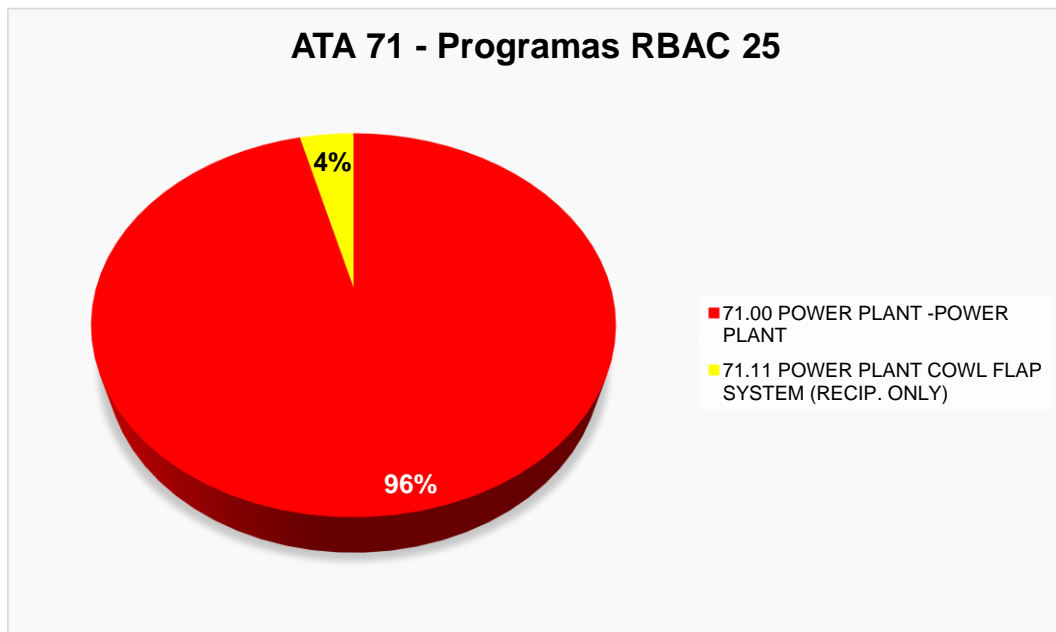


Figura 29 – Ocorrências ATA 71 (ANAC, 2022a).

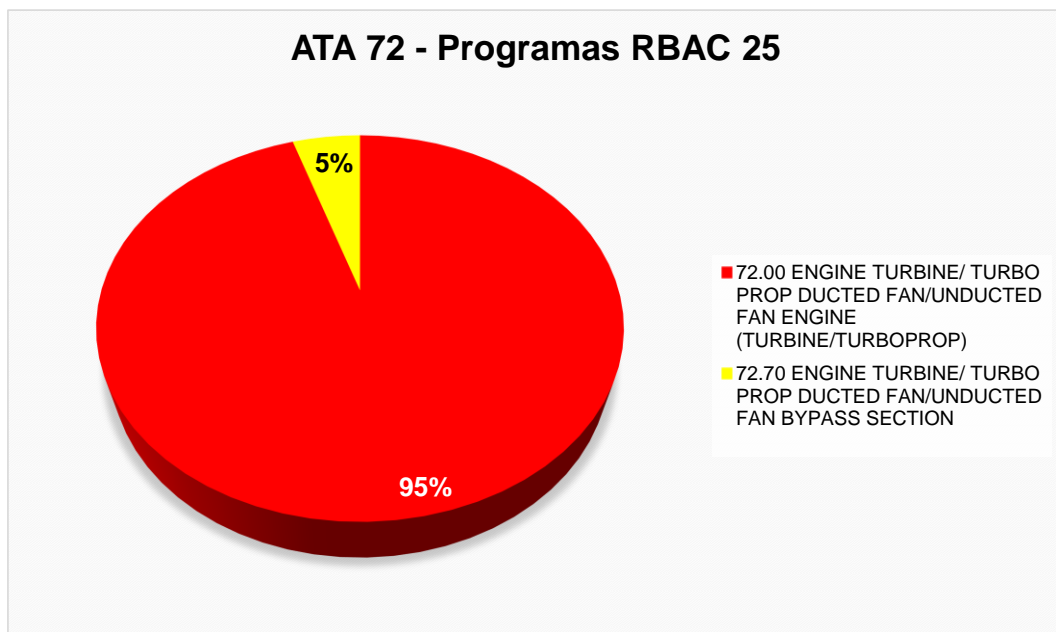


Figura 30 – Ocorrências ATA 72 (ANAC, 2022a).

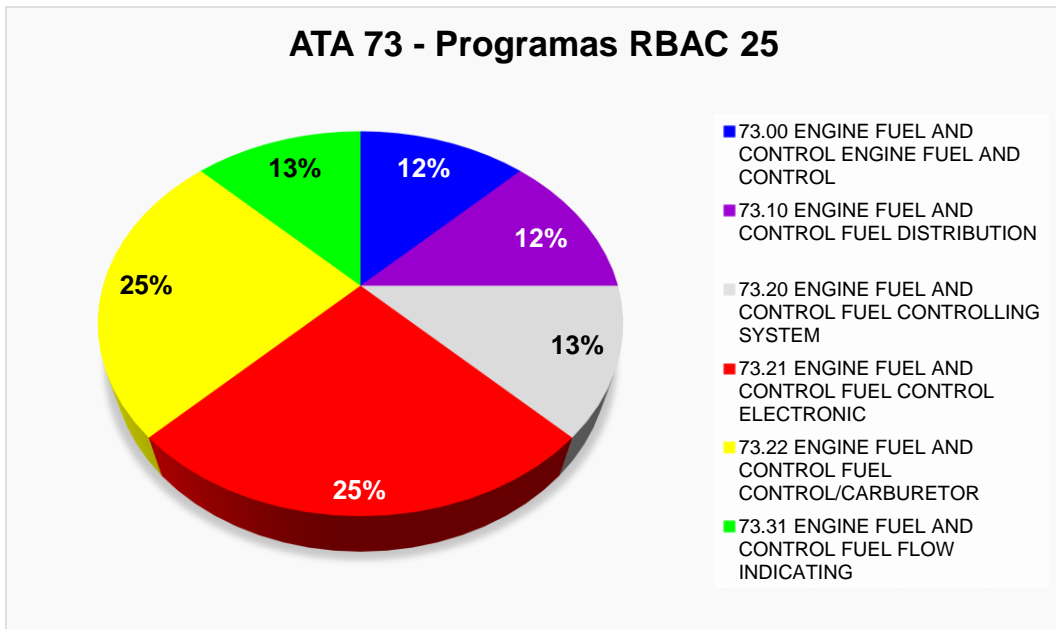


Figura 31 – Ocorrências ATA 73 (ANAC, 2022a).

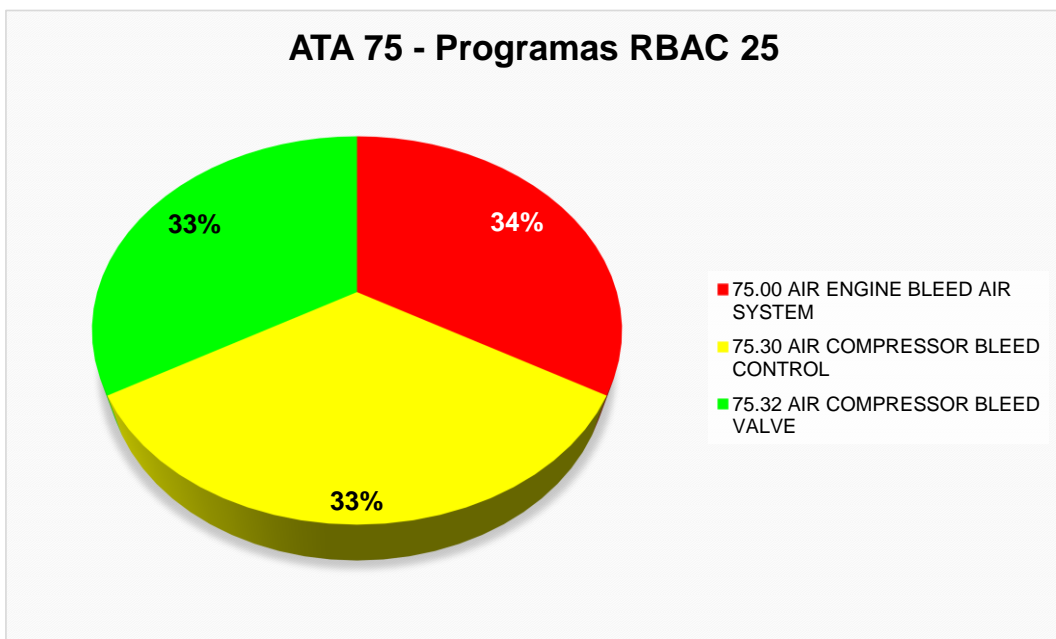


Figura 32 – Ocorrências ATA 75 (ANAC, 2022a).

### ATA 76 - Programas RBAC 25

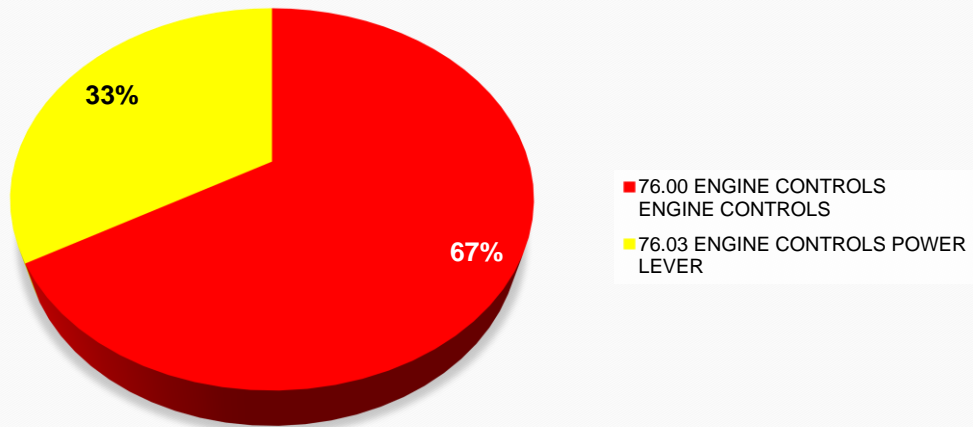


Figura 33 – Ocorrências ATA 76 (ANAC, 2022a).

### ATA 77 - Programas RBAC 25

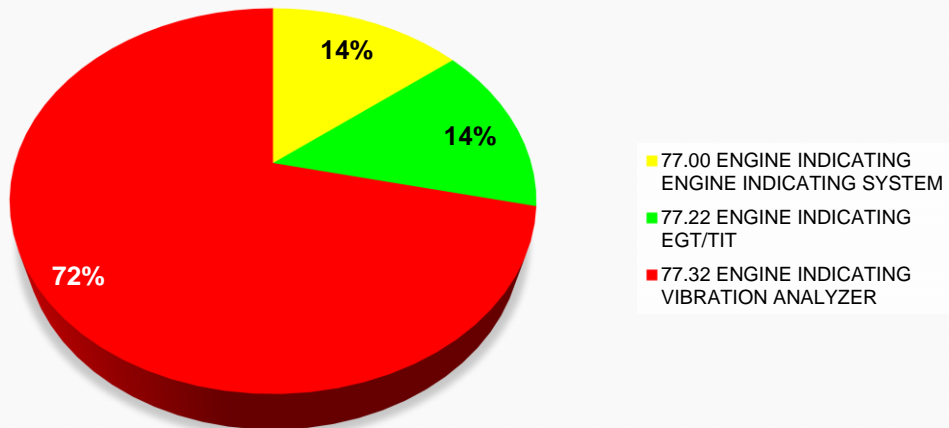


Figura 34 – Ocorrências ATA 77 (ANAC, 2022a).



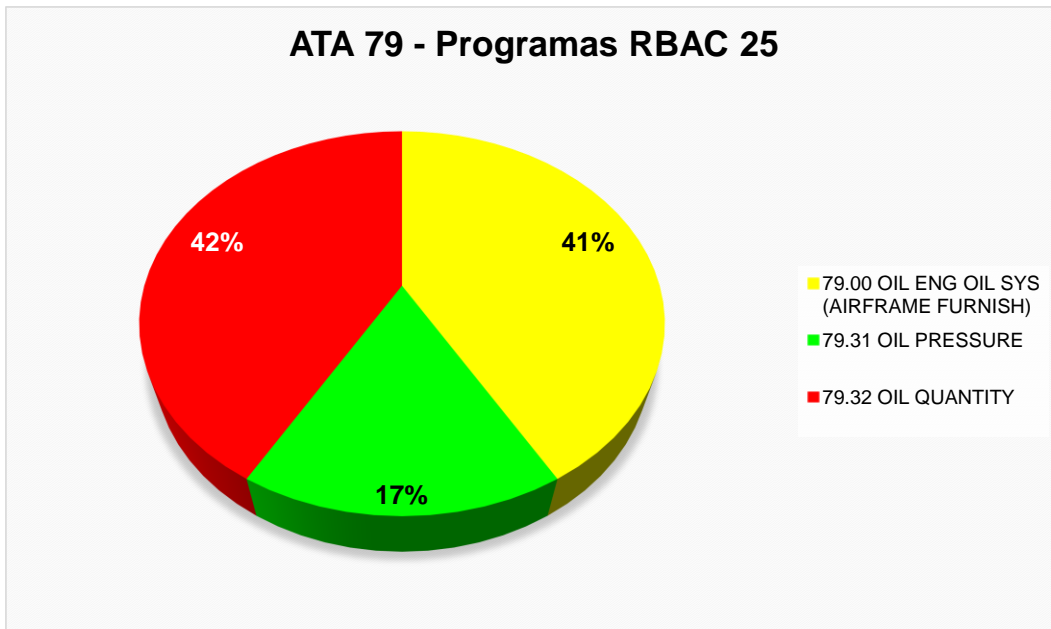


Figura 35 – Ocorrências ATA 79 (ANAC, 2022a).

## 6 RELATÓRIOS CLASSIFICADOS DE ACORDO COM A CERTIFICAÇÃO DO PRODUTO

A seguir são apresentados dados relativos as ocorrências incidentes sobre alguns fabricantes de produtos aeronáuticos. Apresentam-se os dados absolutos de cada programa conforme pode ser visto na Figura 36a, assim como o comparativo percentual relativo as certificações das aeronaves, que é mostrado na Figura 36b.

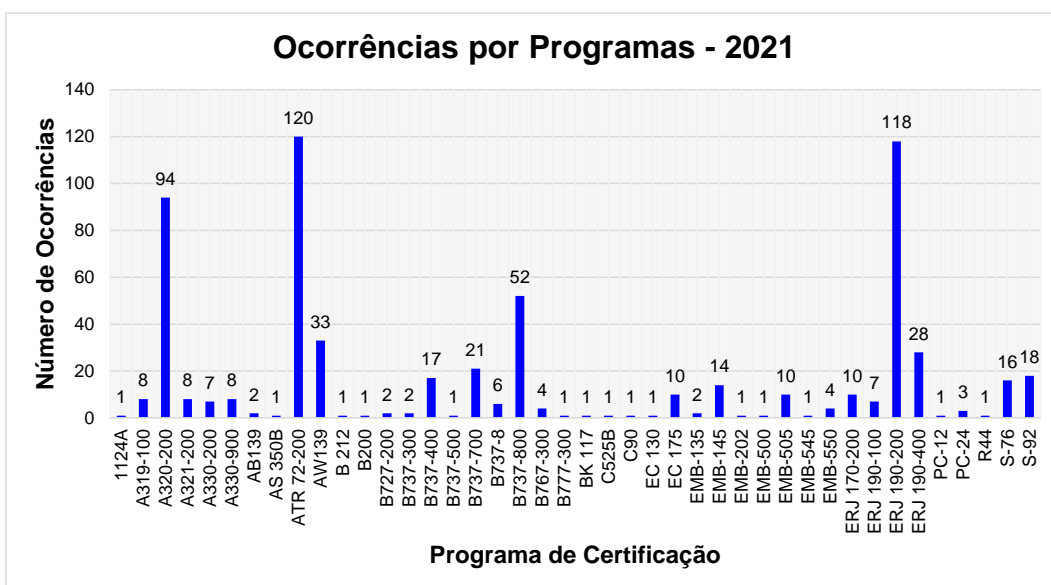


Figura 36a – Incidência absoluta das ocorrências recebidas sobre cada programa (ANAC, 2022a).



Figura 36b – Incidência absoluta das ocorrências recebidas sobre cada programa (ANAC, 2022a).

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 CAR 4b e RBAC 23, RBAC 25 e RBAC 29, respectivamente (Figuras 37 a 39).

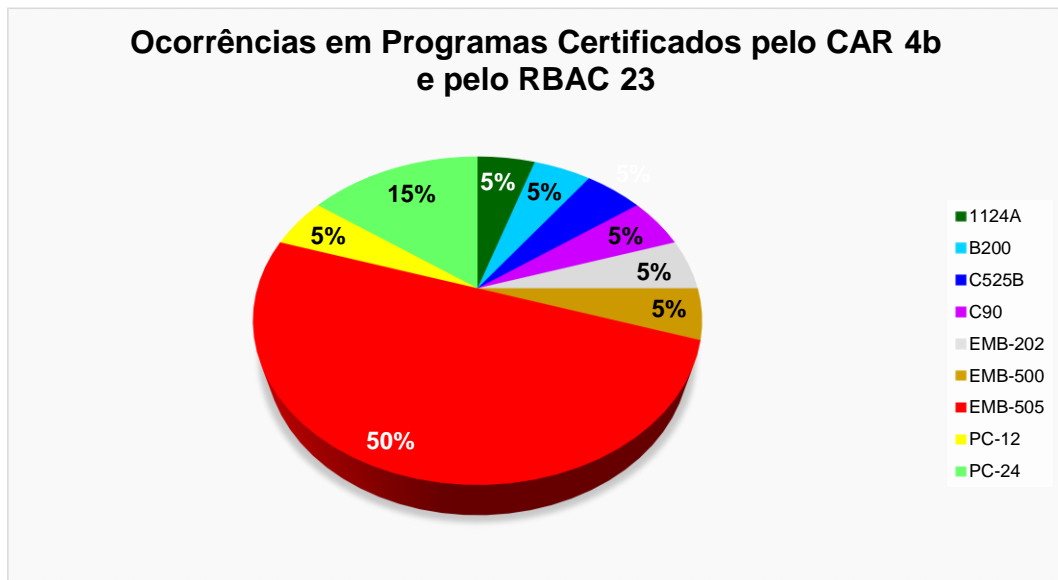


Figura 37 – Incidência relativa sobre os programas certificados de acordo com o CAR 4b e o RBAC 23 (ANAC, 2022a).

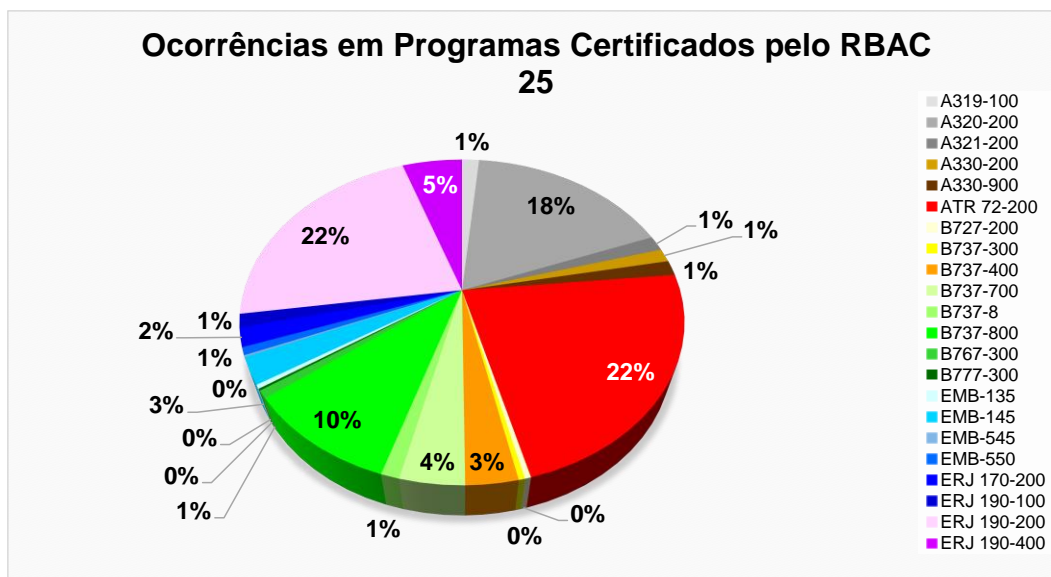


Figura 38 – Incidência relativa sobre os programas certificados de acordo com o RBAC 25 (ANAC, 2022a).

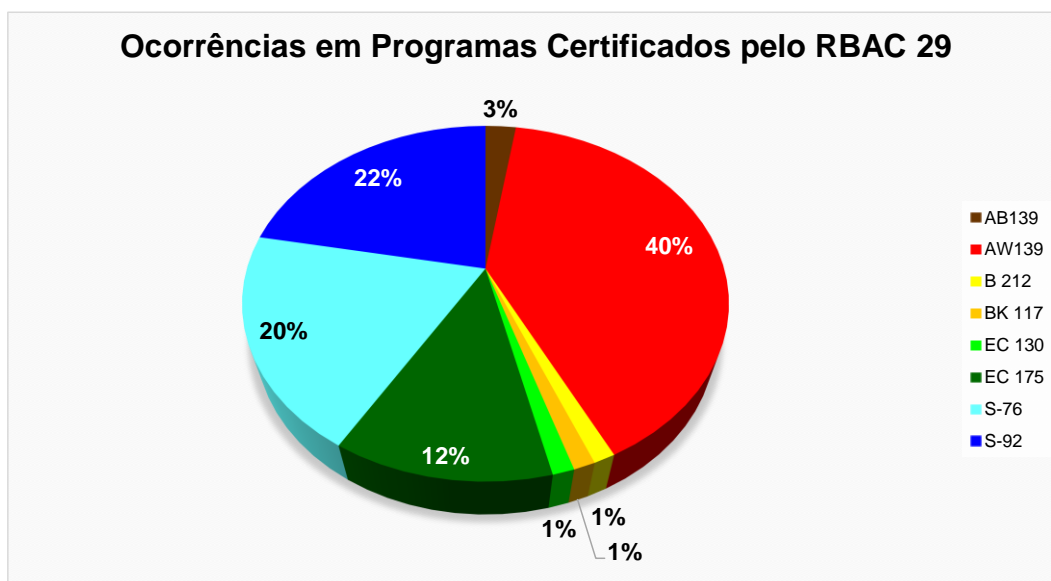


Figura 39 – Incidência relativa sobre os programas certificados de acordo com o RBAC 29 (ANAC, 2022a).

Para as aeronaves dos fabricantes Airbus, Boeing e Embraer, certificadas pelo RBAC 25, são mostradas as contribuições de cada programa nos relatórios recebidos (Figuras 40 a 42).



Figura 40 – Incidência de cada programa para aeronaves Airbus (ANAC, 2022a).

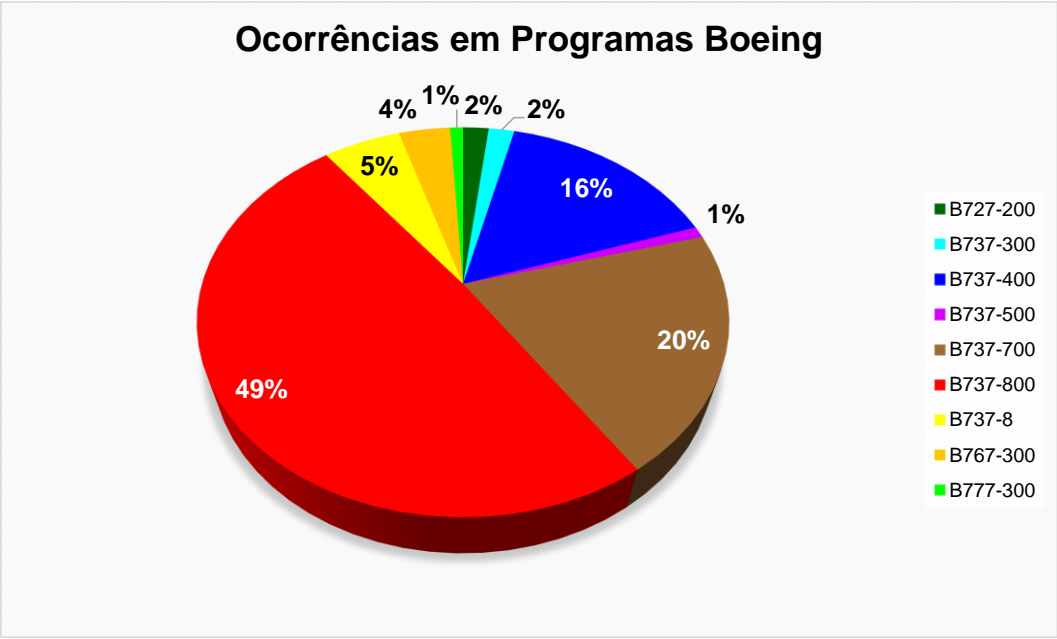


Figura 41 – Incidência de cada programa para aeronaves Boeing (ANAC, 2022aa).



Figura 42 – Incidência de cada programa para aeronaves Embraer (ANAC, 2022a).

### 6.1 Ocorrências em alguns programas

Por fim, são apresentados os dados relativos as ocorrências associadas a alguns programas de aeronaves categoria transporte, em especial; as aeronaves Airbus (Figuras 43 a 47), ATR (Figura 48), Boeing (Figuras 49 a 51) e Embraer (Figuras 52 a 54).

#### 6.1.1 Programa Airbus A319-100.

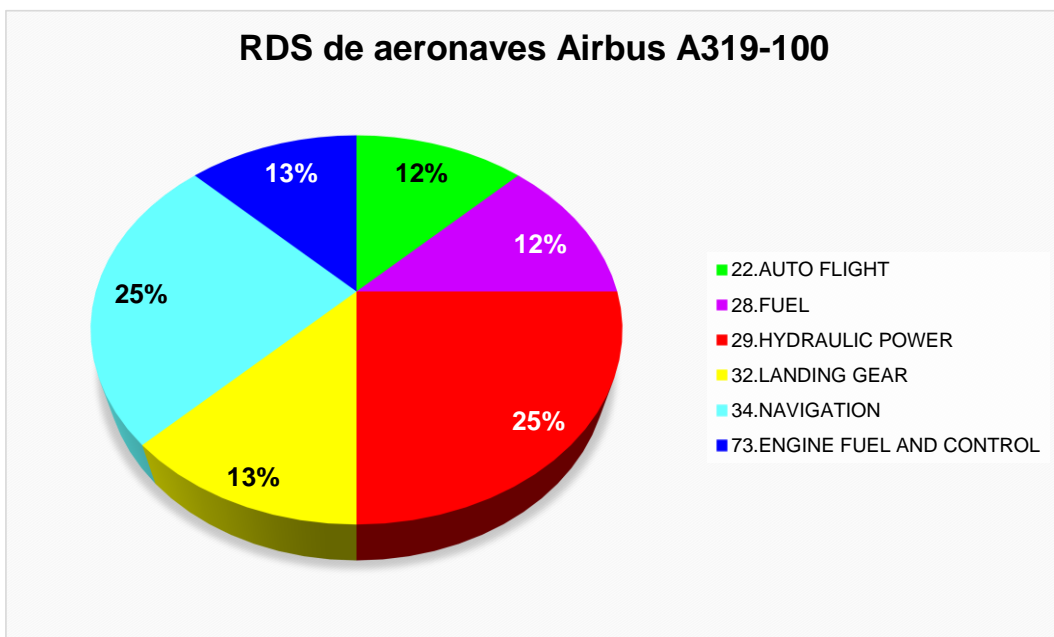


Figura 43 – Ocorrências no programa Airbus A319-100 (ANAC, 2022a).

### 6.1.2 Programa Airbus A320-200

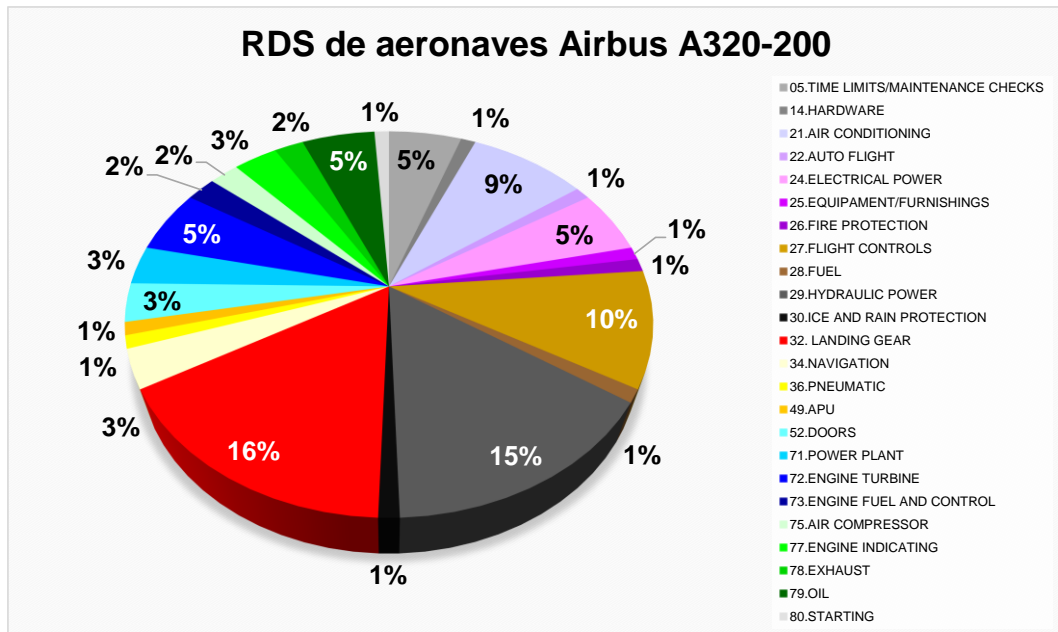


Figura 44 Ocorrências no programa Airbus A320-200 (ANAC, 2022a).

### 6.1.3 Programa Airbus A321-200

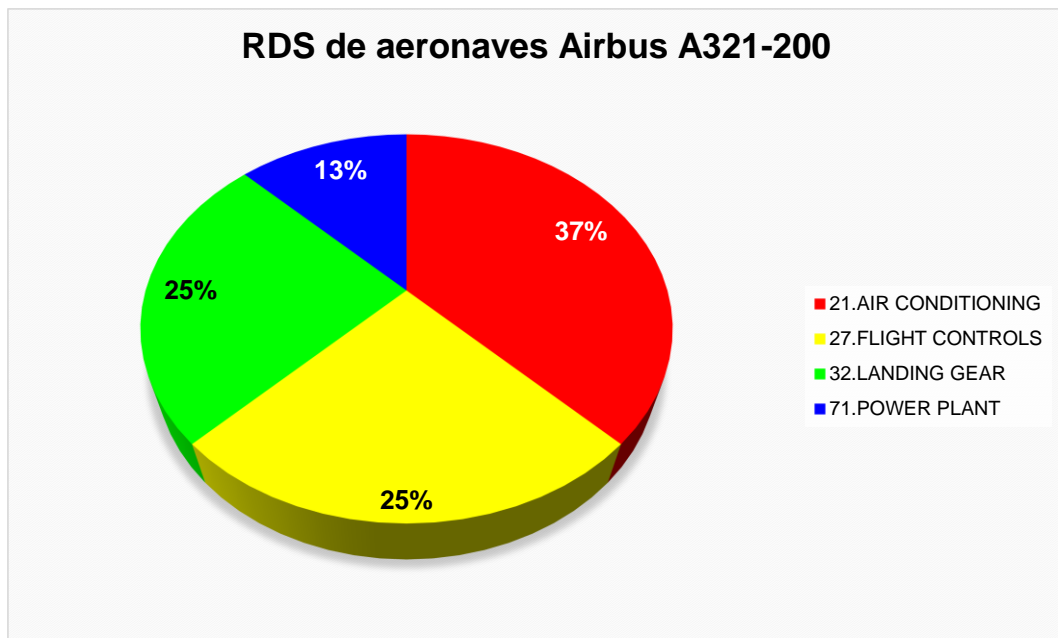


Figura 45 – Ocorrências no programa Airbus A321-200 (ANAC, 2022a).

#### 6.1.4 Programa Airbus A330-200

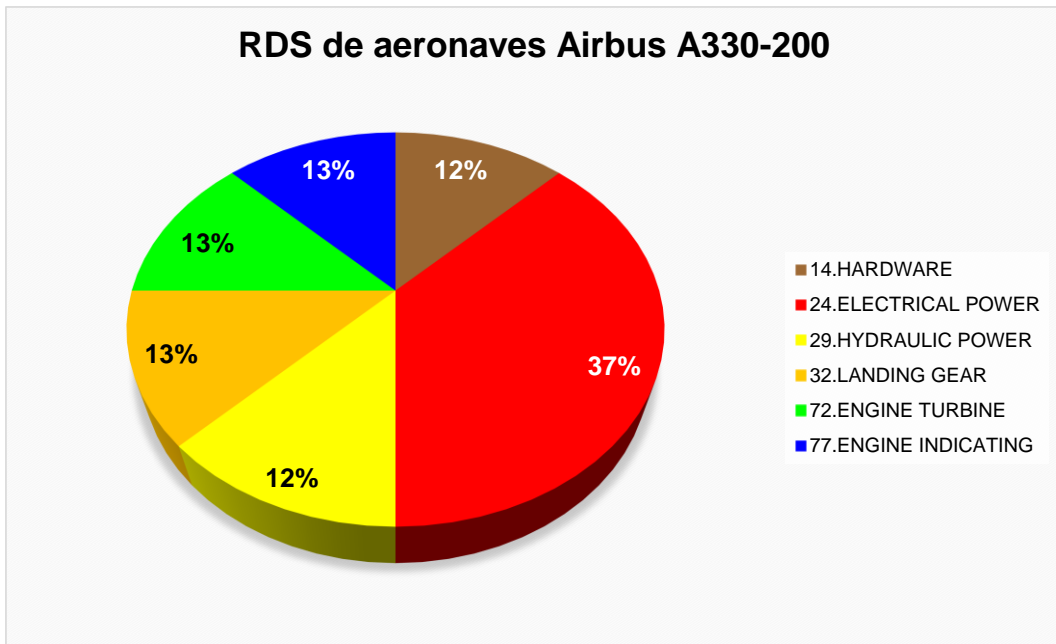


Figura 46 – Ocorrências no programa Airbus A330-200 (ANAC, 2022a).

#### 6.1.5 Programa Airbus A330-900

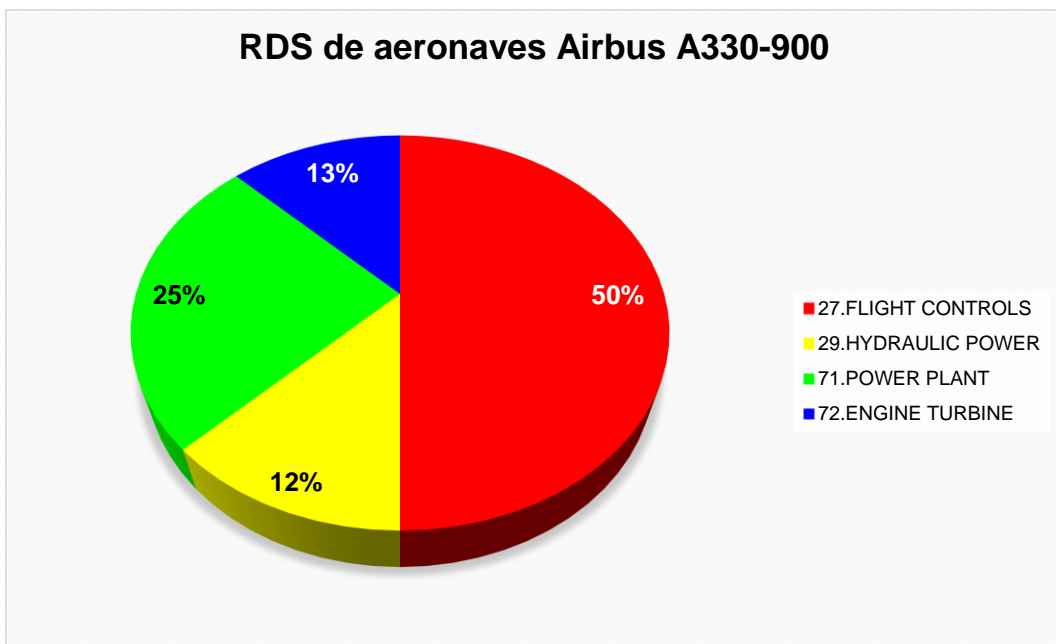


Figura 47 – Ocorrências no programa Airbus A330-900 (ANAC, 2022a).

### 6.1.6 Programa ATR 72-200

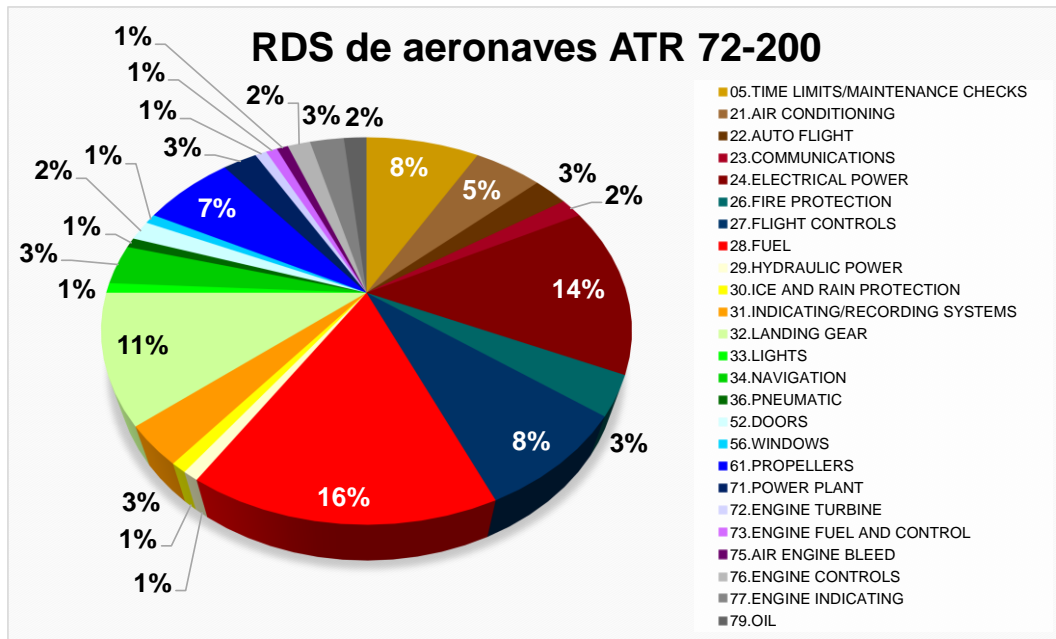


Figura 48 – Ocorrências no programa ATR 72-200 (ANAC, 2022a).

### 6.1.7 Programa Boeing 737-400

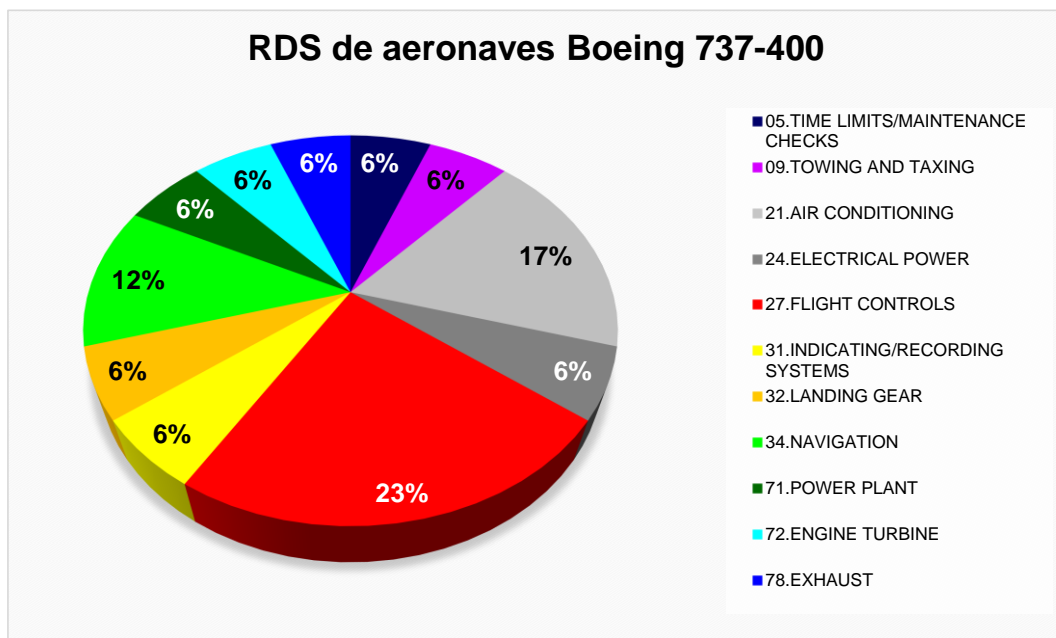


Figura 49 – Ocorrências no programa Boeing 737-400 (ANAC, 2022a).



### 6.1.8 Programa Boeing 737-700

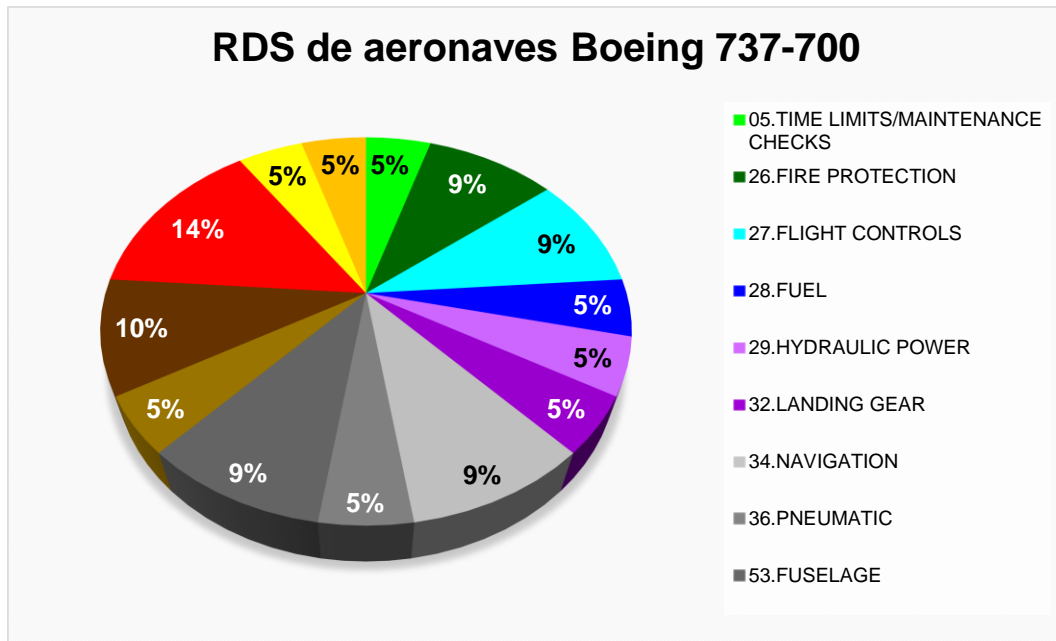


Figura 50 – Ocorrências no programa Boeing 737-700 (ANAC, 2022a).

### 6.1.9 Programa Boeing 737-800

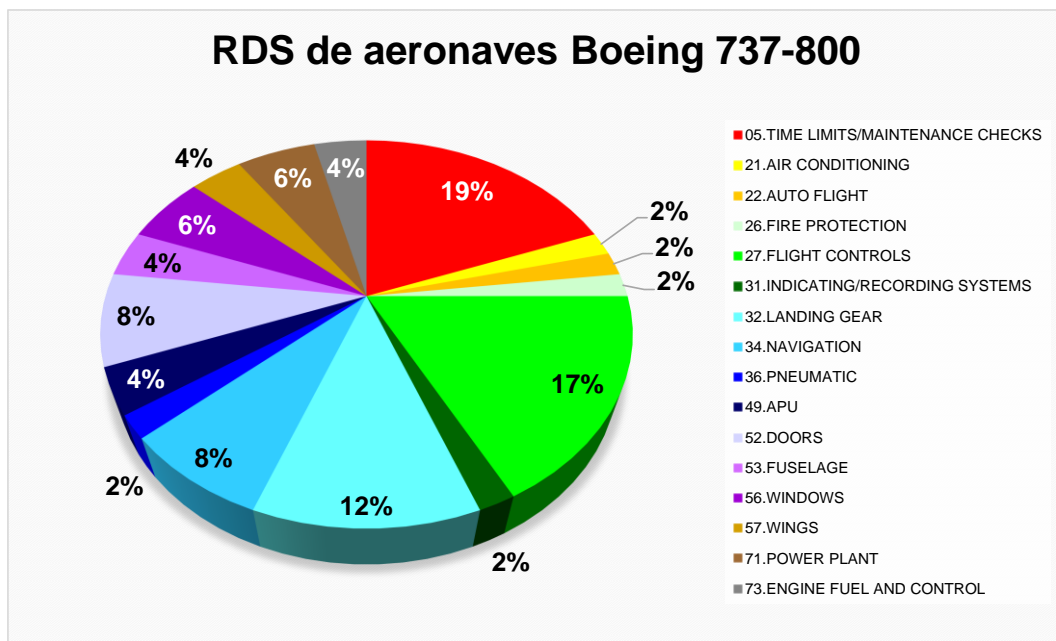


Figura 51 – Ocorrências no programa Boeing 737-800 (ANAC, 2022a).

### 6.1.10 Programa Embraer EMB 145

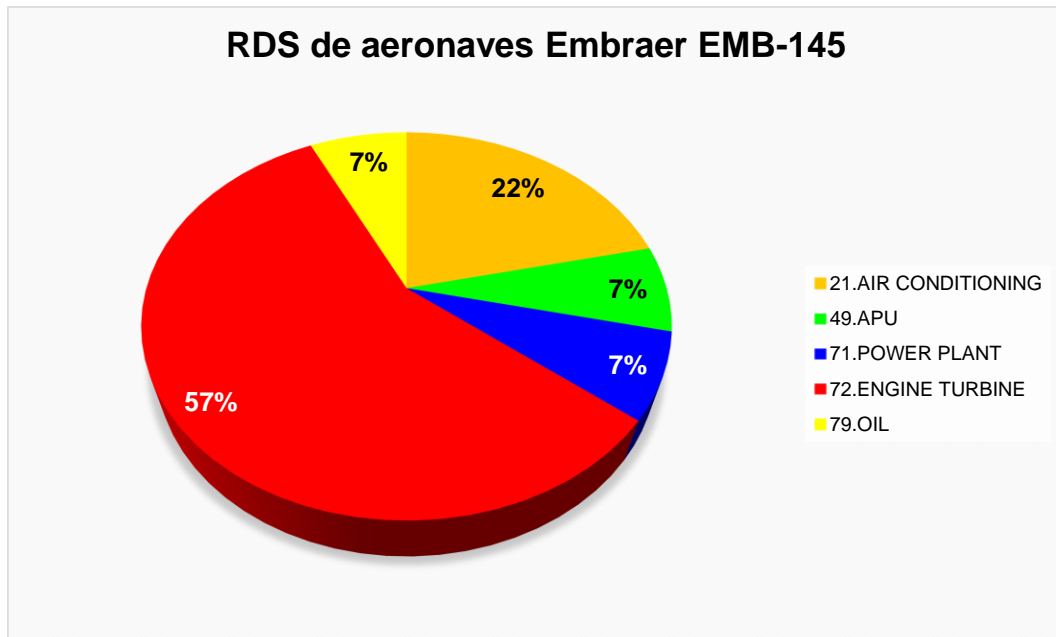


Figura 52 – Ocorrências no programa Embraer EMB 145 (ANAC, 2022a).

### 6.1.11 Programa ERJ 190-200

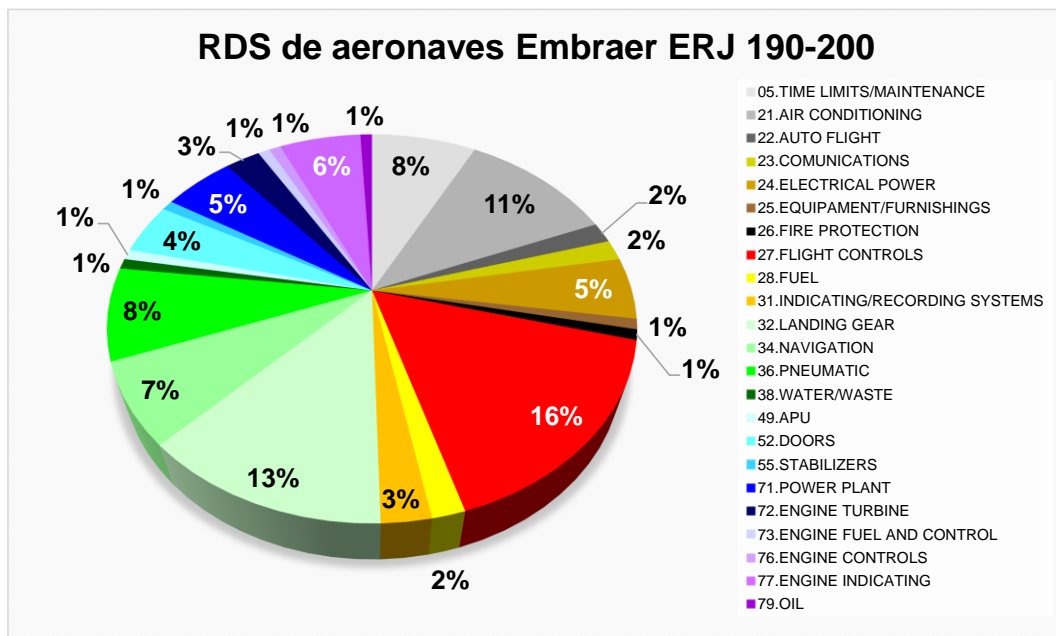


Figura 53 – Ocorrências no programa Embraer ERJ 190-200 (ANAC, 2022a).

### 6.1.12 Programa ERJ 190-400

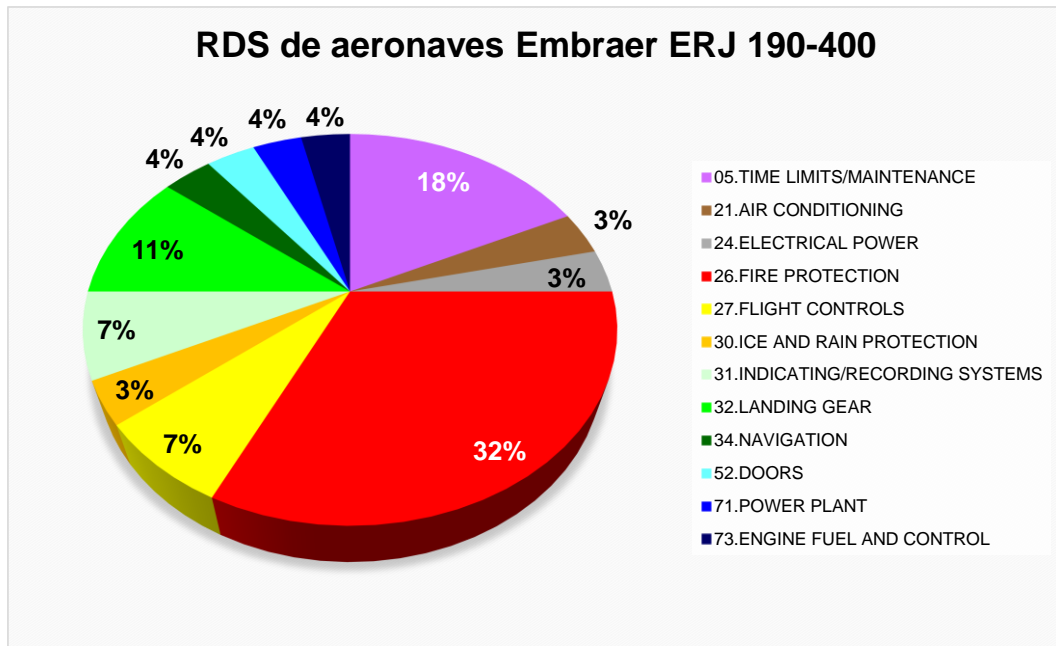


Figura 54 – Ocorrências no programa Embraer ERJ 190-400 (ANAC, 2022a).

De forma análoga são apresentados alguns dados para as aeronaves de asas rotativas certificadas na categoria transporte, em particular; as aeronaves Leonardo (Figuras 55) e as aeronaves Sikorsky (Figuras 56 a 57).

### 6.1.13 Programa Leonardo AW 139

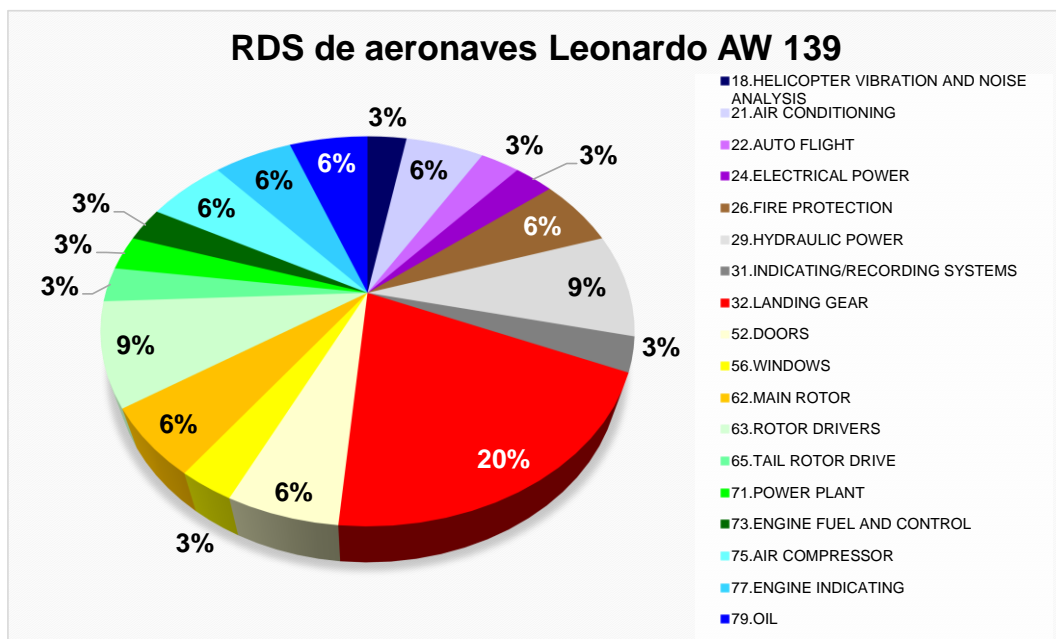


Figura 55 – Ocorrências no programa Leonardo AW 139 (ANAC, 2022a).

#### 6.1.14 Programa Sikorsky S-76

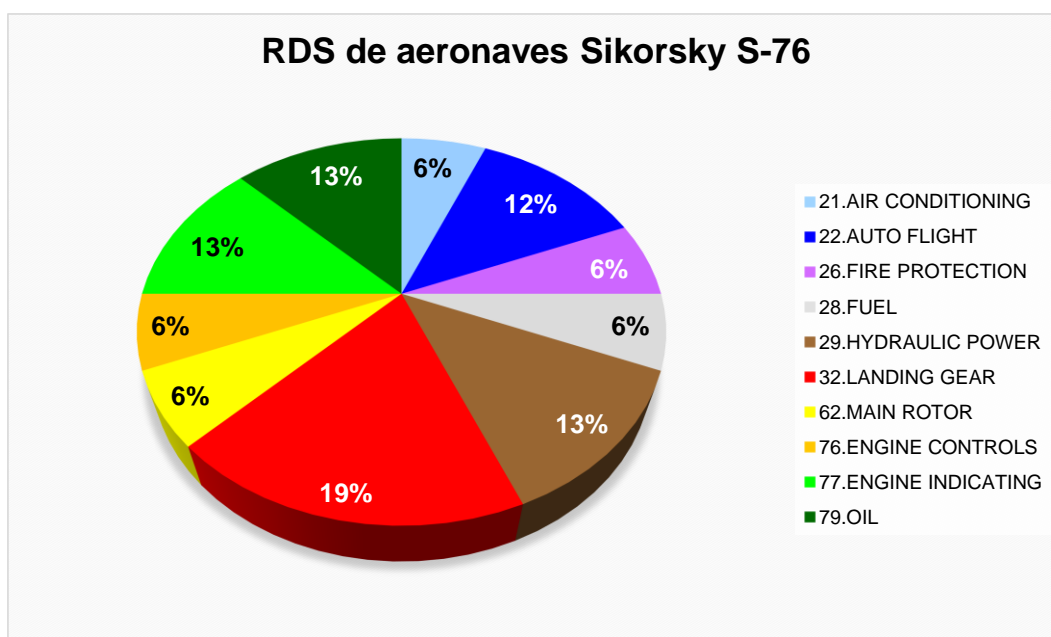


Figura 56 – Ocorrências no programa Sikorsky S-76 (ANAC, 2022a).

#### 6.1.15 Programa Sikorsky S-92

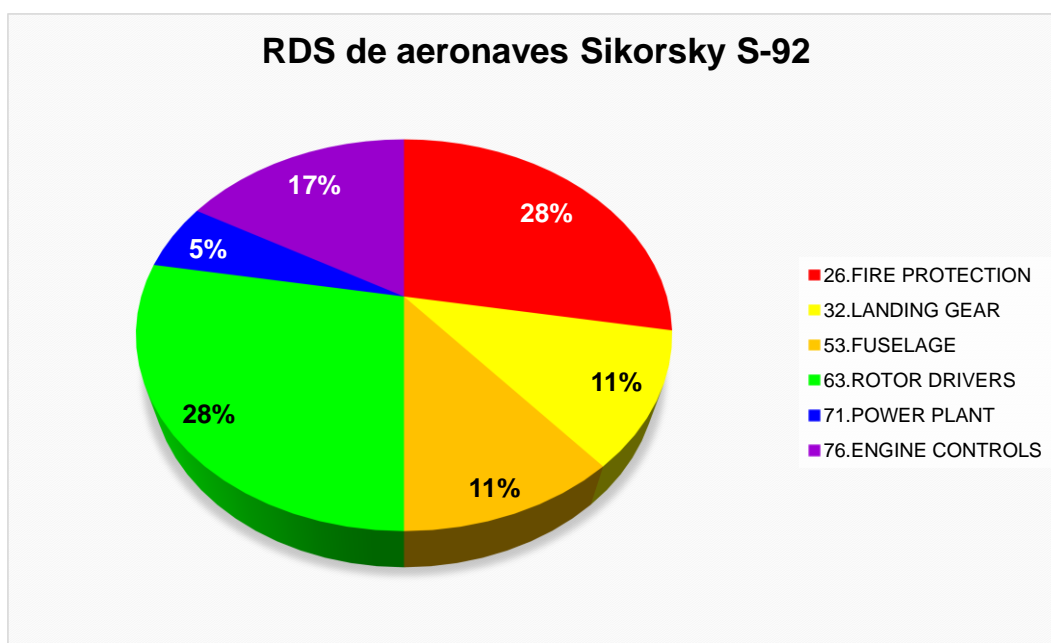


Figura 57 – Ocorrências no programa Sikorsky S-92 (ANAC, 2022a).

## 7 COMPOSIÇÃO E EVOLUÇÃO DA FROTA DE AERONAVES

A Figura 58 ilustra a evolução da frota brasileira de aeronaves que integram as empresas aéreas regidas pelo RBAC 121 e pelo RBAC 135. Notar também o total de relatórios de dificuldades em serviço recebidos pela ANAC desde 2009 até 2021. Para

um total de 22897 aeronaves registradas (incluindo-se 648 aeronaves TPR e 1318 aeronaves TPX) foram recebidos e analisados 639 relatórios de dificuldades em serviço em 2021.

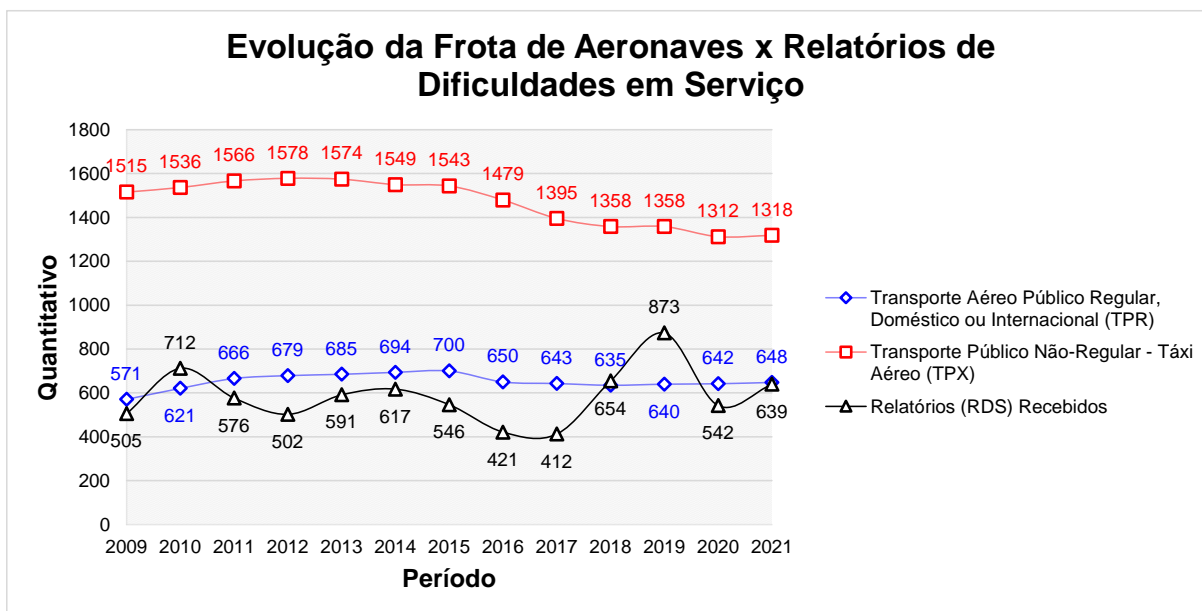


Figura 58 – Evolução da frota brasileira de aeronaves (ANAC, 2022b) comparada com os relatórios recebidos (ANAC, 2022a).

Adicionalmente, de acordo com os dados da ANAC tem-se 560 organizações de manutenção de produto aeronáutico certificadas pelo RBAC 145, com bases no Brasil, e 147 com bases no exterior, que totalizam 707 organizações com certificados válidos (ANAC, 2022c).

## 8 CONCLUSÕES

Considerando a quantidade destas organizações de manutenção de produto aeronáutico certificadas pela ANAC e seu volume de operações, recebem-se poucos dados das organizações certificadas pelo RBAC 145.

Novamente em 2021 houve predominância dos relatórios recebidos de empresas aéreas regidas pelo RBAC 121. Entretanto, conforme pode-se notar pelas composições de frotas aqui descritas, tem-se um pouco mais que o dobro de aeronaves registradas ou operando sob o RBAC 135. Ainda que se tenham poucos relatórios oriundos de empresas regidas pelo RBAC 135, um fato a ser considerado consiste no perfil operacional de cada uma dessas organizações.

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 (ANAC) 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/>>. Acessado em: 12 mar. 2022a.

\_\_\_\_\_. **Aeronaves**. Disponível em: <<https://www.anac.gov.br/assuntos/dados-e-estatisticas/aeronaves>>. Acessado em: 12 mar. 2022b.

\_\_\_\_\_. **Certificação - Aviação Geral**. Disponível em: <<https://sistemas.anac.gov.br/certificacao/AvGeral/AIR145Processos.asp>>. Acessado em: 12 de março de 2022c.

\_\_\_\_\_. **Certificação de Produto Aeronáutico**. RBAC 21, Emd. 08, 2021a.

\_\_\_\_\_. **Requisitos operacionais: operações domésticas, de bandeira e suplementares**. RBAC 121, Emd. 14, 2021b.

\_\_\_\_\_. **Requisitos Operacionais: operações complementares e por demanda**. RBAC 135, Emd. 11, 2021c.

\_\_\_\_\_. **Organizações de Manutenção de Produto Aeronáutico**. RBAC 145, Emd. 07, 2021d.

\_\_\_\_\_. **Sistema de Dificuldades em Serviço**. IS Nº 00-001, Revisão B, 2018.

BOEING COMPANY. **Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents – Worldwide Operations – 1959-2014.**, Seattle, 2015.

DE FLORIO, F. **Airworthiness: an introduction to aircraft certification**, Elsevier, Oxford, 2011.

DEPARTMENT OF DEFENSE (DOD). **Airworthiness Certification Criteria**. MIL-HDBK-516C, 2014.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION (ICAO). **Operation of Aircraft (Annex 6)**. Montreal: ICAO 2010a.

\_\_\_\_\_. **Airworthiness (Annex 8)**. Montreal: ICAO, 2010b.

POSSI, R. J. **Dificuldades em Serviço na Aviação Civil Brasileira – Panorama de 2015**, Revista Conexão SIPAER, 2016.

\_\_\_\_\_. **Dificuldades em Serviço na Aviação Civil Brasileira** – Panorama de 2016, Revista Conexão SIPAER, 2017.

\_\_\_\_\_. **Dificuldades em Serviço na Aviação Civil Brasileira** – Panorama de 2017, Revista Conexão SIPAER, 2018.

\_\_\_\_\_. **Dificuldades em Serviço na Aviação Civil Brasileira** – Panorama de 2018, Revista Conexão SIPAER, 2019.

---

# RANKING DE SEVERIDADE RELATIVA DAS ESPÉCIES DE FAUNA NA AVIAÇÃO BRASILEIRA

Weber Galvão Novaes<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Biólogo (Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC), Mestre em Zoologia (UESC), Doutor em Ecologia (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA). Elemento certificado – Prevenção de acidentes aeronáuticos – Atividades aeroportuárias. Ex-chefe da Assessoria de Gerenciamento de Risco de Fauna do CENIPA. Diretor técnico-científico da ProHabitat Assessoria Ambiental.

---

**RESUMO:** As diferentes espécies de fauna não apresentam o mesmo perigo para as operações aéreas. A identificação daquelas com maior potencial de causar danos ou efeitos no voo é crucial para o gerenciamento de risco de fauna. Um dos parâmetros mais relevantes para essa identificação é a severidade relativa atribuída a cada espécie envolvida em colisões com aeronaves. O objetivo deste estudo foi atualizar o Ranking Brasileiro de Severidade Relativa de Espécies de Fauna. Foram considerados os dados de colisões reportadas ao Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos [CENIPA] entre os anos de 2011 e 2020, obtidos no Sistema de Gerenciamento de Risco Aviário [SIGRA]. Os critérios para elaboração do ranking foram as proporções de colisões com dano, de colisões com dano maior e de colisões com efeito no voo em relação ao total de colisões para todas as espécies de fauna. Urubu-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*), cachorro-doméstico (*Canis lupus familiaris*) e albatroz (Família Diomedeidea) foram ranqueadas como 1º, 2º e 3º, respectivamente, na composição do ranking de severidade relativa das espécies. Em geral, as espécies ranqueadas nas primeiras posições possuem maior tamanho corporal. Esses resultados apresentam informações relevantes para que os operadores de aeródromo tomem decisões adequadas na priorização de ações no gerenciamento desse risco. É fundamental que os dados apresentados neste estudo sejam utilizados em conjunto com informações obtidas no sítio aeroportuário, por meio de monitoramentos de fauna e acompanhamento das ocorrências aeronáuticas. Desse modo, as medidas mitigadoras adotadas serão mais eficientes e eficazes à realidade do aeródromo em questão.

**PALAVRAS-CHAVE:** Colisões com Fauna. Risco de Fauna. Gerenciamento de Risco de Fauna. Urubus. Cachorro-doméstico.

## BRAZILIAN RANKING OF RELATIVE SEVERITY OF WILDLIFE SPECIES TO AVIATION

**ABSTRACT:** Different wildlife species do not present the same hazardous to aviation safety. The identification of species with the greatest potential to cause damage or effect-on-flight is crucial for wildlife strike risk management. One of the most important parameters for this identification is the relative severity attributed to each species related to collisions with aircraft. The objective of this study was updated the Brazilian Ranking of Relative Severity of Wildlife Species. Collision data reported to the Aeronautical Accidents Prevention and Investigation Center [CENIPA] between 2011 and 2020, obtained from the Bird/Wildlife Management System [SIGRA], were evaluated. We ranked the species or species groups based on percentage of strikes causing damage, major damage, and effect-on-flight. Black-vulture (*Coragyps atratus*),



domestic dog (*Canis lupus familiaris*) and albatross (Diomedidea Family) were ranked 1st, 2nd and 3rd, respectively, in the composition of the relative severity ranking of species. In general, the most hazardous species have larger body size. These results present relevant information for aerodrome operators to take better measures to reduce the wildlife strike risk. The data produced by this study should be used together with the wildlife monitoring/surveys and wildlife-aircraft strikes data in the aerodrome, where the mitigating measures will be better understood to the reality of the airport.

**KEYWORDS:** Wildlife Aircraft Strikes. Wildlife Strike Risk. Wildlife Strike Risk Management. Vultures. Domestic Dog.

## 1 INTRODUÇÃO

As colisões entre aeronaves e a fauna, conhecido no Brasil como risco de fauna, é uma das maiores preocupações para a aviação mundial. Além do risco de acidentes aéreos, as colisões com fauna causam elevados prejuízos financeiros, cancelamento de voos, aeronaves paradas para manutenção e transtorno aos passageiros (ALLAN, 2002; DOLBEER *et al.*, 2011; DEVALT *et al.*, 2011). Estima-se que mais de 470 pessoas perderam a vida em acidentes aéreos causados pela fauna e mais de 200 aeronaves foram destruídas (CENIPA, 2017; THORPE, 2010).

No gerenciamento do risco de fauna, a identificação das espécies-problema e dos fatores que as atraem para o aeródromo e seu entorno é um dos passos fundamentais. Para priorizar os esforços no controle do risco, identificar as espécies com maior potencial de causar danos ou efeitos no voo é crucial (DEVAULT *et al.*, 2011). Dentre as ferramentas utilizadas para essa identificação estão as análises de risco de fauna em aeródromo. Com diversas metodologias e parâmetros de análises, elas indicam as espécies de maior risco para as operações do aeródromo.

Dentre os parâmetros utilizados para as análises de risco estão aqueles que envolvem probabilidade e severidade. Segundo o Regulamento Brasileiro de Aviação Civil nº 153 [RBAC nº 153],

probabilidade do risco significa a possibilidade de que um evento ou uma situação insegura possa ocorrer, enquanto severidade do risco significa as possíveis consequências de um evento ou uma situação insegura, tomando como referência a pior condição previsível.

A severidade relativa, ou seja, a severidade atribuída à uma espécie em comparação às demais, é o escalonamento das consequências das colisões, que atribui a cada espécie um grau de risco relativo específico, no espaço amostral das colisões reportadas, onde são considerados os eventos com dano, dano maior e efeito no voo (CENIPA, 2016).

De acordo com a Avaliação do Risco de Fauna em Aeródromo preconizada pela Resolução CONAMA nº 466, que é o documento norteador para a elaboração dos Planos de Manejo de Fauna em Aeródromo [PMFA], a severidade relativa é um dos parâmetros utilizados para a análise. A severidade relativa de referência utilizada no Brasil é o Ranking Brasileiro - Severidade Relativa de Espécies de Fauna, disponibilizado pelo Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos [CENIPA] (CENIPA, 2016). Esse ranking está baseado nos dados de colisões registrados entre os anos de 2000 e 2014. Nesse cenário, faz-se necessária a atualização do referido ranking com dados de colisões mais recentes.

O objetivo deste estudo foi atualizar o ranking de severidade relativa das espécies brasileiras com base nos dados disponíveis no Sistema de Gerenciamento de Risco Aviário [SIGRA].

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 Elaboração do ranking de severidade

Para realização deste estudo, foram utilizados os dados de reportes de colisões registrados entre 01/01/2011 e 31/12/2020, perfazendo assim um período de 10 anos. Para acessar os dados, foi feita a pesquisa e *download* no SIGRA, realizada no dia 11/05/2021. Pequenas variações nos valores apresentados neste estudo podem ocorrer em relação ao banco de dados atual do CENIPA, em virtude de novos reportes terem sido adicionados após a data da pesquisa.

Para as análises foram consideradas as espécies com número de registro superior a cinco colisões. Esse critério foi adotado, pois quando levado em consideração todos os reportes, espécies com menor quantidade de eventos chegaram a estar entre as primeiras colocações do ranking, mesmo tendo apenas uma ou duas colisões. Um único evento com dano ou com efeito no voo colocaria essa espécie no topo do ranking, causando assim um cenário distorcido da realidade.

Colisões que envolviam mais de uma espécie (e.g. urubu-de-cabeça-preta + carcará) foram excluídas das análises por não ser possível atribuir a influência de cada espécie no dano ou efeito no voo. Reportes com erros de identificação das espécies também foram excluídos (e.g. colisão com urubu-da-mata (*Cathartes melambrotus*) no Rio de Janeiro, sendo que a espécie só ocorre na Amazônia). Por não saber ao certo qual a espécie envolvida na ocorrência, optou-se por excluir o reporte das análises.

As variáveis utilizadas para o estabelecimento do ranking, tendo como base o número total de colisões, foram: proporção de colisões com dano; proporção de colisões com dano maior; e proporção de colisões com efeito no voo. A tabela 1 apresenta os critérios para classificação da colisão de acordo com as variáveis. Uma colisão pode envolver mais de uma variável.

As três variáveis foram analisadas separadamente para ranquear as espécies ou grupo de espécies de acordo com o risco relativo. O grau de severidade relativa para cada espécie foi elaborado somando-se as porcentagens das três variáveis e escalonando os valores de cada espécie a partir do valor 100, sendo 100 o valor da espécie com o maior somatório das variáveis. As demais espécies foram ranqueadas de acordo com a porcentagem relativa à espécie de maior risco.

<b>Variáveis</b>	
<b>Categoria</b>	<b>Definição</b>
Dano	Colisões com qualquer tipo de dano à aeronave, onde a opção Dano está marcada “sim” na Ficha CENIPA 15.
Dano Maior	Eventos classificados como acidentes e incidentes graves que tiveram como causa o dano à aeronave. Aeronave destruída. Danos substanciais na estrutura da aeronave.
Efeito no voo	Decolagem abortada. Corte ou apagamento de motor. Arremetida. Saída de pista. Aproximação perdida. Desestabilização na aproximação. Pouso de precaução. Outros (e.g. alta vibração, alijamento de combustível, travamento do motor).

Tabela 1 – Critérios estabelecidos para definição das colisões com dano, colisões com dano maior e colisões com efeito no voo (Fonte: AUTOR, 2021).

### 3 RESULTADOS

Os dados obtidos no SIGRA continham 20.131 reportes de colisões. Desse total, 9.466 colisões não tiveram a espécie de fauna identificada, o que representa 47% das ocorrências. Quero-quero (*Vanellus chilensis*) (n = 3.231), carcará (*Caracara plancus*) (n = 1.186), urubu/espécie não identificada (Família Cathartidae) (n = 653) e urubu-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*) (n = 403) foram as espécies/grupo de espécies com maior número de colisões registradas. Os dados continham 98 espécies/grupo de

espécies. A Figura 1 apresenta as 20 espécies com maior quantidade de colisões. Para compor o ranking, 78 espécies ou grupo de espécies foram considerados, pois continham ao menos uma colisão com dano, dano maior ou efeito no voo.

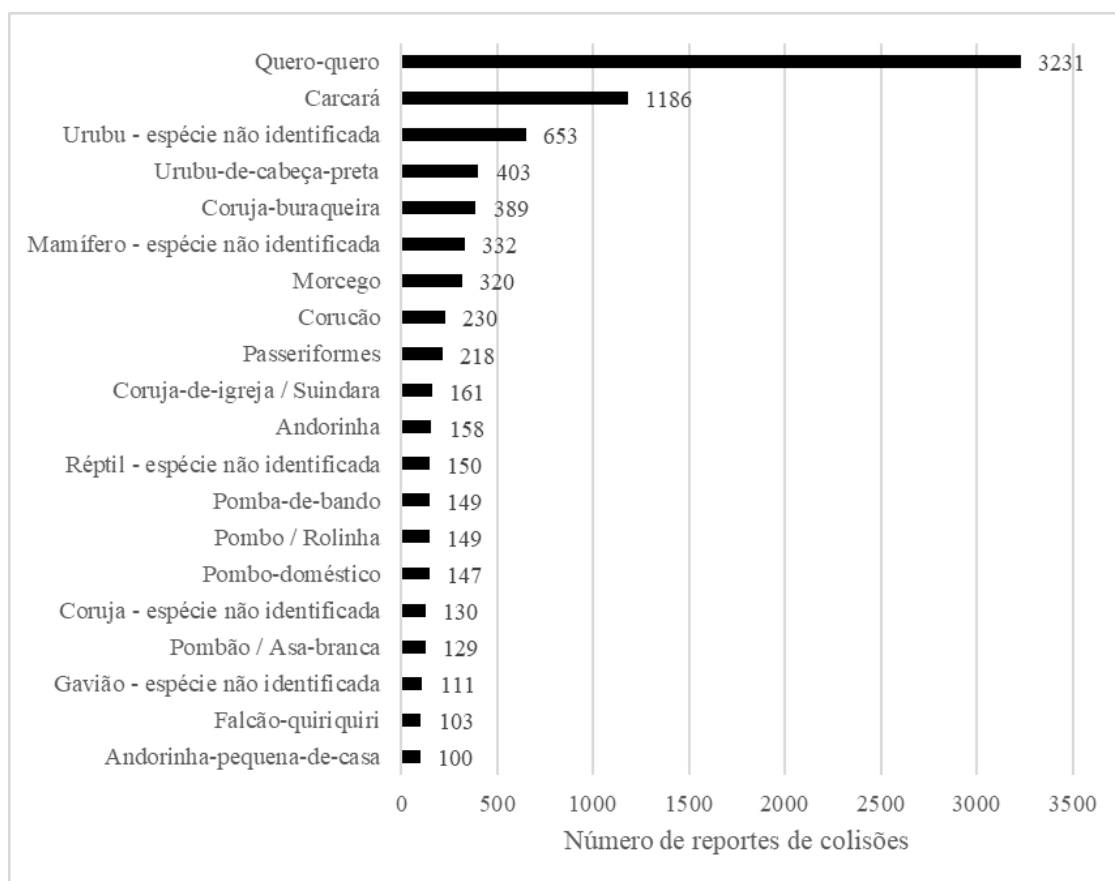


Figura 1 – Principais espécies de fauna envolvidas em colisões no Brasil entre 2011 e 2020 (Fonte: SIGRA, 2021).

### 3.1 Colisões com dano, dano maior e efeito no voo

Os resultados obtidos da análise da proporção de colisões com dano em relação ao total de colisões apontaram o urubu-de-cabeça-preta como a espécie que mais causa danos às aeronaves, seguido de urubu – espécie não identificada e de cachorro-doméstico (*Canis lupus familiaris*) (Tabela 2). O ranking das colisões com dano maior teve nas três primeiras posições o urubu-de-cabeça-preta, a curicaca-comum (*Theristicus caudatus*) e a marreca-ananaí/pé-vermelho (*Amazonetta brasiliensis*), respectivamente (Tabela 3).

Com relação às colisões com efeito no voo, cachorro-doméstico foi a espécie com maior percentual em relação ao total de colisões, seguido do urubu-de-cabeça-preta e do Albatroz - Família Diomedeidea (Tabela 4). As tabelas 2 e 4 apresentam as 20 espécies com as maiores porcentagens nas duas variáveis analisadas. A lista de espécies

para colisões com dano maior apresenta apenas 10 espécies (Tabela 3), pois somente essas tiveram esse tipo de ocorrência registrada.

Rank	Espécie	Total Colisões	CD	%
1	Urubu-de-cabeça-preta ( <i>Coragyps atratus</i> )	403	212	52,61
2	Urubus - Família Cathartidae	653	299	45,79
3	Cachorro-doméstico ( <i>Canis familiaris</i> )	51	21	41,18
4	Albatrozes - Família Diomedeidea	5	2	40,00
5	Fragata/tesourão ( <i>Fregata magnificens</i> )	69	27	39,13
6	Urubu-da-mata ( <i>Cathartes melambrotus</i> )	8	3	37,50
7	Andorinhões / taperuçus - Família Apodidae	6	2	33,33
8	Gaiivotas - Família Laridae	39	12	30,77
9	Biguá/mergulhão ( <i>Phalacrocorax brasilianus</i> )	13	4	30,77
10	Pomba-galega/pocaçu ( <i>Patagioenas cayennensis</i> )	9	2	22,22
11	Gavião-preto/urubitinga ( <i>Urubitinga urubitinga</i> )	5	1	20,00
12	Cachorro doméstico / selvagem	37	7	18,92
13	Gaviões - Família Accipitridae	111	20	18,02
14	Garças - Família Ardeidae	50	9	18,00
15	Seriema ( <i>Cariama cristata</i> )	18	3	16,67
16	Anu-preto ( <i>Crotophaga ani</i> )	6	1	16,67
17	Perdiz ( <i>Rhynchotus rufescens</i> )	6	1	16,67
18	Falcões - Família Falconidae	12	2	16,67
19	Corujinha-do-mato/caboré-de-orelha ( <i>Megascops choliba</i> )	12	2	16,67
20	Garça-cinzenta/socó/savacu ( <i>Nycticorax nycticorax</i> )	38	6	15,79

Tabela 2 – Ranking das 20 espécies com maior proporção de colisões com dano no Brasil entre 2011 e 2020. Legenda: CD – colisão com dano (Fonte: AUTOR, 2021).

Rank	Espécie	Total Colisões	CDM	%
1	Urubu-de-cabeça-preta ( <i>Coragyps atratus</i> )	403	24	5,96%
2	Curicaca-comum ( <i>Theristicus caudatus</i> )	25	1	4,00%
3	Marreca-ananai/pé-vermelho ( <i>Amazonetta brasiliensis</i> )	36	1	2,78%
4	Cachorro doméstico / selvagem	37	1	2,70%
5	Cachorro-doméstico ( <i>Canis familiaris</i> )	51	1	1,96%
6	Fragata/tesourão ( <i>Fregata magnificens</i> )	69	1	1,45%
7	Mamíferos	332	4	1,20%
8	Urubus - Família Cathartidae	653	7	1,07%
9	Carcará ( <i>Caracara plancus</i> )	1186	2	0,17%
10	Quero-quero ( <i>Vanellus chilensis</i> )	3231	3	0,09%

Tabela 3 – Ranking das espécies com maior proporção de colisões com dano maior no Brasil entre 2011 e 2020. Legenda: CDM – colisão com dano maior (Fonte: AUTOR, 2021).

Rank	Espécie	Total Colisões	CEV	%
1	Cachorro-doméstico ( <i>Canis familiaris</i> )	51	27	52,94%
2	Urubu-de-cabeça-preta ( <i>Coragyps atratus</i> )	403	164	40,69%
3	Albatrozes - Família Diomedeidea	5	2	40,00%
4	Seriema ( <i>Cariama cristata</i> )	18	7	38,89%
5	Cachorro doméstico / selvagem	37	14	37,84%
6	Capivara ( <i>Hydrochoerus hydrochaeris</i> )	7	2	28,57%
7	Fragata/tesourão ( <i>Fregata magnificens</i> )	69	18	26,09%
8	Urubu-da-mata ( <i>Cathartes melambrotus</i> )	8	2	25,00%
9	Pato-do-mato ( <i>Cairina moschata</i> )	5	1	20,00%
10	Trinta-réis - Família Sternidae	5	1	20,00%
11	Urubus - Família Cathartidae	653	127	19,45%
12	Anu-preto ( <i>Crotophaga ani</i> )	6	1	16,67%
13	Perdiz ( <i>Rhynchotus rufescens</i> )	6	1	16,67%
14	Gaiivotas - Família Laridae	39	5	12,82%
15	Tapicuru-de-cara-pelada ( <i>Phimosus infuscatus</i> )	10	1	10,00%
16	Falcões - Família Falconidae	12	1	8,33%
17	Garça-branca-pequena ( <i>Egretta thula</i> )	36	3	8,33%
18	Cachorro-Selvagem - espécie não identificada	60	5	8,33%
19	Pombo-doméstico ( <i>Columba livia</i> )	147	12	8,16%
20	Curicaca-comum ( <i>Theristicus caudatus</i> )	25	2	8,00%

Tabela 4 – Ranking das espécies com maior proporção de colisões com efeito no voo no Brasil entre 2011 e 2020. Legenda: CEV – colisão com efeito no voo (Fonte: AUTOR, 2021).

Chama a atenção nas três variáveis analisadas que algumas espécies aparecem ranqueadas entre as primeiras posições, mesmo com poucos registros de colisões no total. Esse fato acontece para o Albatroz, com cinco colisões, mas ranqueado entre as primeiras posições nas colisões com dano e com efeito no voo. Outras espécies como gavião-preto/urubutinga (*Urubitinga urubitinga*), pato-do-mato (*Cairina moschata*) e trinta-réis - Família Sternidae, com apenas cinco colisões cada, também aparecem entre os 20 primeiros nos rankings de colisões com dano e com efeito no voo (Tabelas 2 e 4).

Por outro lado, quero-quero e carcará são as espécies que mais se envolvem em colisões com aeronaves no Brasil (Ver Figura 1). No entanto, quando se observa as porcentagens de colisões com dano, colisões com dano maior e/ou colisões com efeito no voo, ambas não figuram entre aquelas com maior grau de severidade. De acordo com o ranking, carcará ocupa a 19ª posição e o quero-quero a 50ª posição (Tabela 5). A Figura 2 mostra que a proporção de colisões com dano e com efeito no voo é baixa em relação ao total de colisões para essas duas espécies. Porém, quando se observa a quantidade total desses dois tipos de colisões, percebe-se que há um alto número de ocorrências. O quero-quero é a segunda espécie com maior quantidade de colisões com dano e a terceira em colisões com efeito no voo no Brasil. Já o carcará é a quarta

espécie tanto no total de colisões com dano quanto nas colisões com efeito no voo (Figuras 3 e 4).

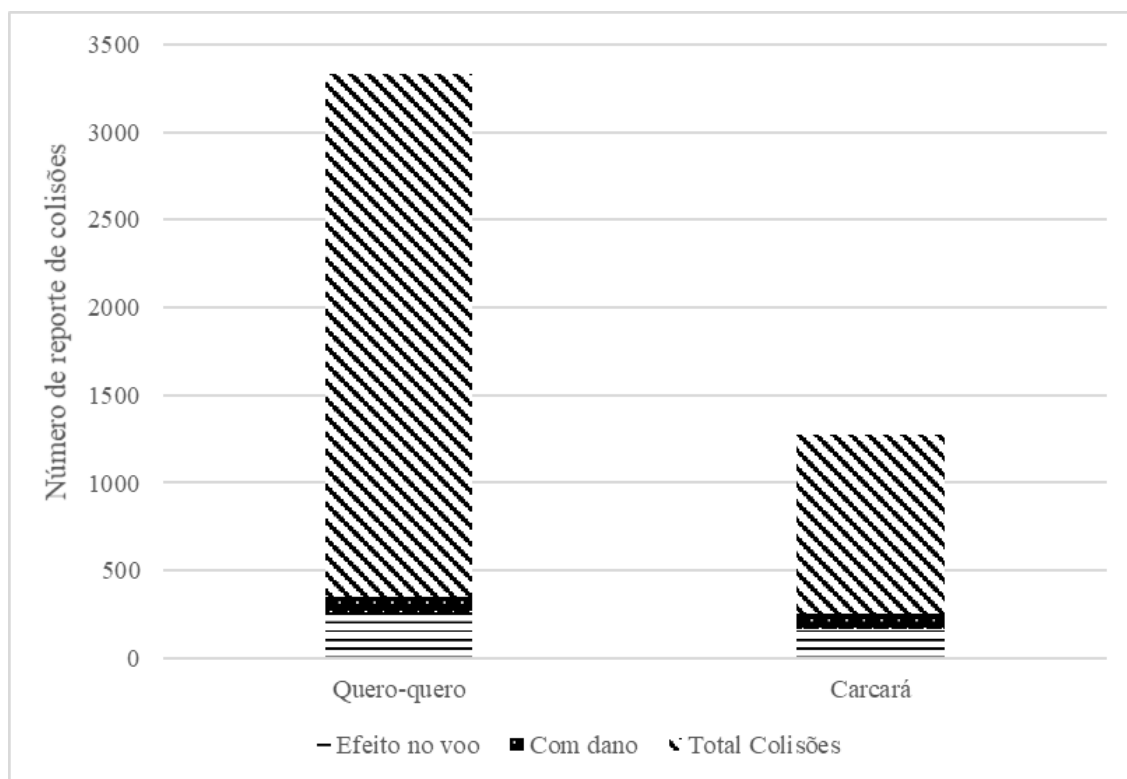


Figura 2 – Colisões com dano e com efeito no voo em relação ao total de colisões registradas com quero-quero (*Vanellus chilensis*) e carcará (*Caracara plancus*) no Brasil entre 2011 e 2020 (Fonte: AUTOR, 2021).

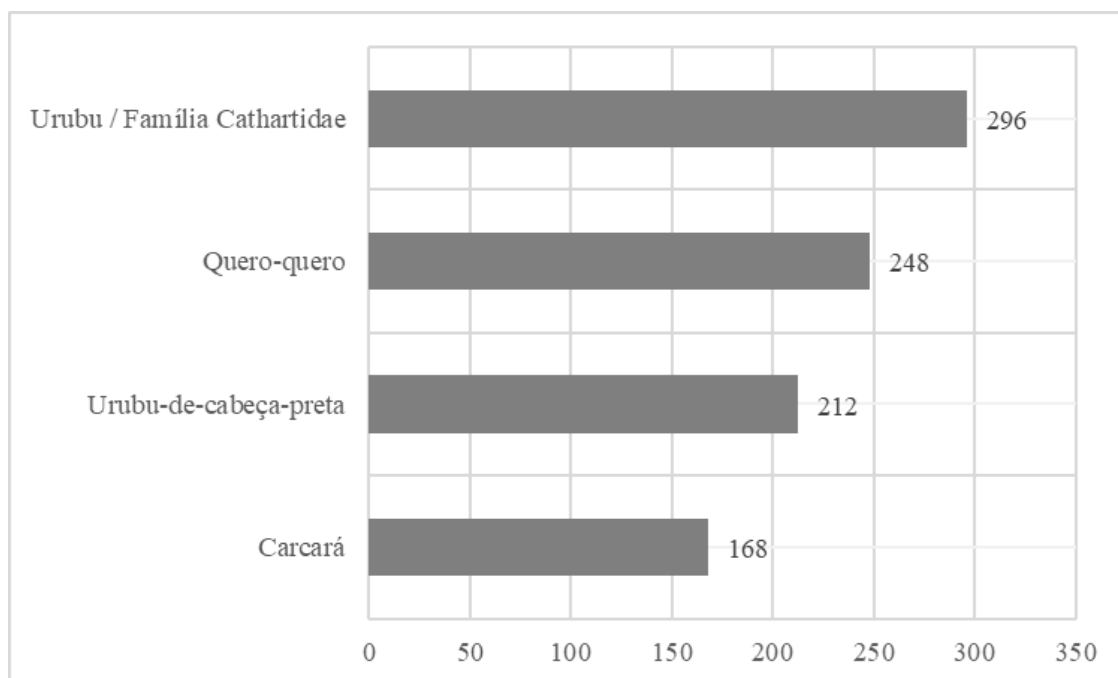


Figura 3 – Quatro espécies com maior quantidade de colisões com dano reportadas no Brasil entre 2011 e 2020 (Fonte: AUTOR, 2021).

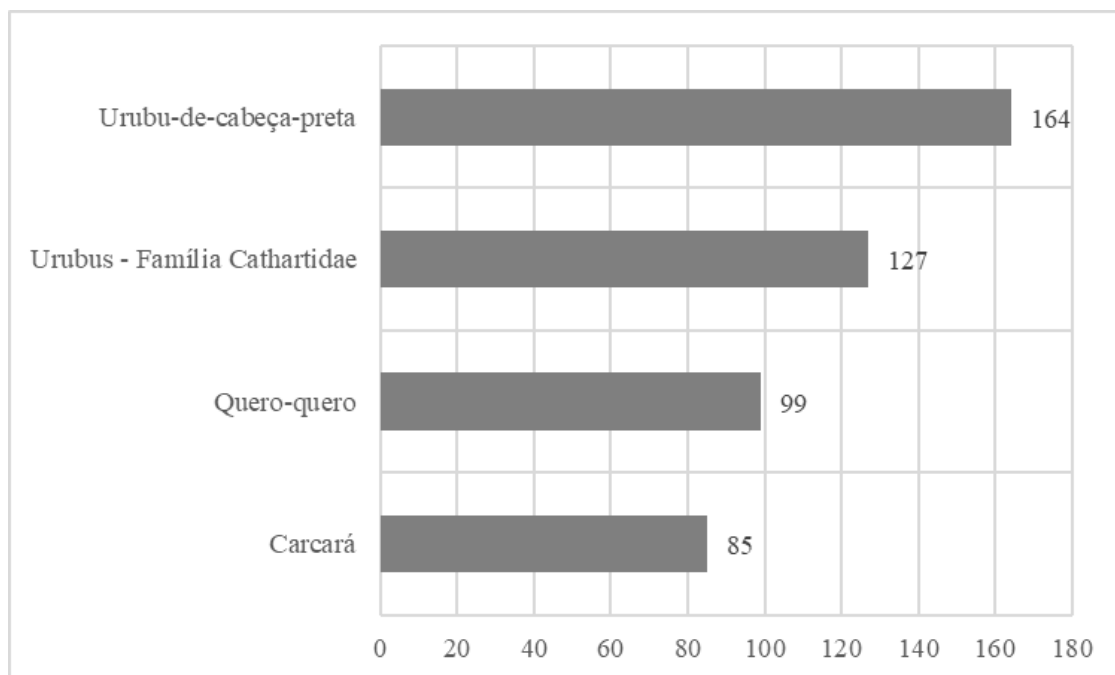


Figura 4 – Quatro espécies com maior quantidade de colisões com efeito no voo reportadas no Brasil entre 2011 e 2020 (Fonte: AUTOR, 2021).

### 3.2 Composição do ranking

Para composição do ranking de severidade relativa das espécies, as proporções de colisões com dano, dano maior e efeito no voo em relação ao total de colisões foram somadas. Nesse cenário, o urubu-de-cabeça-preta teve o maior somatório, sendo 99,26. Assim, a severidade relativa atribuída ao urubu-de-cabeça-preta foi 100, representando a espécie de fauna com maior severidade relativa na aviação brasileira. O segundo lugar foi ocupado pelo cachorro-doméstico, com uma severidade relativa de 96,8. Albatroz, com uma severidade relativa de 80,6, ocupou a terceira posição no ranking geral (Tabela 5).

Do total de espécies ou grupo de espécies analisadas, 78 tiveram ao menos uma colisão com dano, dano maior ou efeito no voo, integrando assim o ranking de severidade relativa das espécies brasileiras (Tabela 5). Espécies que não aparecem no ranking não tiveram colisões com os critérios acima.



Rank	Espécie	Col	CD	%	CDM	%	CEV	%	Soma%	Sev.
1	Urubu-de-cabeça-preta ( <i>Coragyps atratus</i> )	403	212	52,61	24	5,96	164	40,69	99,26	100,00
2	Cachorro-doméstico ( <i>Canis familiaris</i> )	51	21	41,18	1	1,96	27	52,94	96,08	96,80
3	Albatrozes - Família Diomedidae	5	2	40,00	0	0,00	2	40,00	80,00	80,60
4	Fragata/tesourão ( <i>Fregata magnificens</i> )	69	27	39,13	1	1,45	18	26,09	66,67	67,17
5	Urubus - Família Cathartidae	653	299	45,79	7	1,07	127	19,45	66,31	66,81
6	Urubu-da-mata ( <i>Cathartes melambrotus</i> )	8	3	37,50	0	0,00	2	25,00	62,50	62,97
7	Cachorro doméstico / selvagem	37	7	18,92	1	2,70	14	37,84	59,46	59,91
8	Seriema ( <i>Cariama cristata</i> )	18	3	16,67	0	0,00	7	38,89	55,56	55,97
9	Gaiivotas - Família Laridae	39	12	30,77	0	0,00	5	12,82	43,59	43,92
10	Capivara ( <i>Hydrochoerus hydrochaeris</i> )	7	1	14,29	0	0,00	2	28,57	42,86	43,18
11	Andorinhões / taperuçus - Família Apodidae	6	2	33,33	0	0,00	0	0,00	33,33	33,58
11	Anu-preto ( <i>Crotophaga ani</i> )	6	1	16,67	0	0,00	1	16,67	33,33	33,58
11	Perdiz ( <i>Rhynchotus rufescens</i> )	6	1	16,67	0	0,00	1	16,67	33,33	33,58
14	Biguá/mergulhão ( <i>Phalacrocorax brasilianus</i> )	13	4	30,77	0	0,00	0	0,00	30,77	31,00
15	Falcões - Família Falconidae	12	2	16,67	0	0,00	1	8,33	25,00	25,19
16	Garças - Família Ardeidae	50	9	18,00	0	0,00	3	6,00	24,00	24,18
17	Gaviões - Família Accipitridae	111	20	18,02	0	0,00	6	5,41	23,42	23,60
18	Pomba-galega/pocaçu ( <i>Patagioenas cayennensis</i> )	9	2	22,22	0	0,00	0	0,00	22,22	22,39
19	Carcará ( <i>Caracara plancus</i> )	1186	168	14,17	2	0,17	85	7,17	21,50	21,66
20	Curicaca-comum ( <i>Theristicus caudatus</i> )	25	2	8,00	1	4,00	2	8,00	20,00	20,15
20	Gavião-preto/urubutinga ( <i>Urubitinga urubitinga</i> )	5	1	20,00	0	0,00	0	0,00	20,00	20,15
20	Pardal ( <i>Passer domesticus</i> )	30	4	13,33	0	0,00	2	6,67	20,00	20,15
20	Pato-do-mato ( <i>Cairina moschata</i> )	5	0	0,00	0	0,00	1	20,00	20,00	20,15
20	Tapicuru-de-cara-pelada ( <i>Phimosus infuscatus</i> )	10	1	10,00	0	0,00	1	10,00	20,00	20,15
20	Trinta-réis - Família Sterni-	5	0	0,00	0	0,00	1	20,00	20,00	20,15

Rank	Espécie	Col	CD	%	CDM	%	CEV	%	Soma%	Sev.
	dae									
26	Garça-branca-pequena ( <i>Egretta thula</i> )	36	4	11,11	0	0,00	3	8,33	19,44	19,59
27	Pombo-doméstico ( <i>Columba livia</i> )	147	16	10,88	0	0,00	12	8,16	19,05	19,19
28	Garça-cinzenta/socó/savacu ( <i>Nycticorax nycticorax</i> )	38	6	15,79	0	0,00	1	2,63	18,42	18,56
29	Pombos / Rolinhas - Família Columbidae	149	17	11,41	0	0,00	10	6,71	18,12	18,26
30	Rolinha-picuí ( <i>Columbina picui</i> )	17	2	11,76	0	0,00	1	5,88	17,65	17,78
31	Garça-branca-grande ( <i>Ardea alba</i> )	41	5	12,20	0	0,00	2	4,88	17,07	17,20
32	Corujinha-do-mato/caboré-de-orelha ( <i>Megascops choliba</i> )	12	2	16,67	0	0,00	0	0,00	16,67	16,79
32	Garça-vaqueira/boiadeira ( <i>Bubulcus ibis</i> )	42	4	9,52	0	0,00	3	7,14	16,67	16,79
32	Marreca-ananai/pé-vermelho ( <i>Amazonetta brasiliensis</i> )	36	3	8,33	1	2,78	2	5,56	16,67	16,79
35	Urubu-de-cabeça-vermelha ( <i>Cathartes aura</i> )	41	4	9,76	0	0,00	2	4,88	14,63	14,74
36	Araras/papagaios/periquitos - Família Psittacidae	7	1	14,29	0	0,00	0	0,00	14,29	14,39
36	Chimango ( <i>Milvago chimango</i> )	14	1	7,14	0	0,00	1	7,14	14,29	14,39
36	Periquito-rei ( <i>Eupsittula aurea</i> )	7	1	14,29	0	0,00	0	0,00	14,29	14,39
36	Urubu-de-cabeça-amarela ( <i>Cathartes burrovianus</i> )	35	3	8,57	0	0,00	2	5,71	14,29	14,39
40	Corujas - Família Strigidae	130	15	11,54	0	0,00	3	2,31	13,85	13,95
41	Passeriformes	218	20	9,17	0	0,00	9	4,13	13,30	13,40
42	Andorinha-morena ( <i>Alochelidon fucata</i> )	8	1	12,50	0	0,00	0	0,00	12,50	12,59
42	Irerê/paturi/siriri ( <i>Dendrocygna viduata</i> )	8	1	12,50	0	0,00	0	0,00	12,50	12,59
42	Papagaio-galego ( <i>Alipiopsitta xanthops</i> )	8	1	12,50	0	0,00	0	0,00	12,50	12,59
42	Suiriri ( <i>Tyrannus melancholicus</i> )	8	1	12,50	0	0,00	0	0,00	12,50	12,59
46	Cachorro-Selvagem - espécie não identificada	60	2	3,33	0	0,00	5	8,33	11,67	11,75

Rank	Espécie	Col	CD	%	CDM	%	CEV	%	Soma%	Sev.
47	Polícia-inglesa-do-sul ( <i>Sturnella superciliaris</i> )	61	5	8,20	0	0,00	2	3,28	11,48	11,56
48	Marrecas / patos - Família Anatidae	18	1	5,56	0	0,00	1	5,56	11,11	11,19
49	Pombão / asa-branca ( <i>Patagioenas picazuro</i> )	129	8	6,20	0	0,00	6	4,65	10,85	10,93
50	Quero-quero ( <i>Vanellus chilensis</i> )	3231	248	7,68	3	0,09	99	3,06	10,83	10,91
51	Andorinha-doméstica-grande ( <i>Progne chalybea</i> )	30	3	10,00	0	0,00	0	0,00	10,00	10,08
51	Falcão-peregrino ( <i>Falco peregrinus</i> )	10	1	10,00	0	0,00	0	0,00	10,00	10,08
53	Mamíferos	332	16	4,82	4	1,20	13	3,92	9,94	10,01
54	Andorinha-do-campo ( <i>Progne tapera</i> )	65	4	6,15	0	0,00	2	3,08	9,23	9,30
55	Bacurau-tesoura/curiango-tesoura ( <i>Hydropsalis torquata</i> )	11	1	9,09	0	0,00	0	0,00	9,09	9,16
56	Anu-branco ( <i>Guira guira</i> )	56	4	7,14	0	0,00	1	1,79	8,93	9,00
57	Gavião-caboclo/fumaça ( <i>Heterospizias meridionalis</i> )	48	3	6,25	0	0,00	1	2,08	8,33	8,40
58	Andorinhas - Família Hirundinidae	158	8	5,06	0	0,00	5	3,16	8,23	8,29
59	Gavião-carijó ( <i>Rupornis magnirostris</i> )	25	1	4,00	0	0,00	1	4,00	8,00	8,06
60	Maria-faceira ( <i>Syrigma sibilatrix</i> )	55	3	5,45	0	0,00	1	1,82	7,27	7,33
61	Tesourinha ( <i>Tyrannus savanna</i> )	28	2	7,14	0	0,00	0	0,00	7,14	7,20
62	Andorinha-de-bando ( <i>Hirundo rustica</i> )	30	2	6,67	0	0,00	0	0,00	6,67	6,72
63	Falcão-de-coleira ( <i>Falco femoralis</i> )	46	3	6,52	0	0,00	0	0,00	6,52	6,57
64	Carrapateiro ( <i>Milvago chimachima</i> )	17	0	0,00	0	0,00	1	5,88	5,88	5,93
64	Andorinha-de-sobre-branco ( <i>Tachycineta leucorrhoa</i> )	51	2	3,92	0	0,00	1	1,96	5,88	5,93
66	Pica-pau - Família Picidae	52	2	3,85	0	0,00	1	1,92	5,77	5,81
67	Morcego - espécie não identificada	320	16	5,00	0	0,00	2	0,63	5,63	5,67
68	Coruja-da-igreja/rasga-mortalha/suindara ( <i>Tyto furcata</i> )	161	8	4,97	0	0,00	1	0,62	5,59	5,63

Rank	Espécie	Col	CD	%	CDM	%	CEV	%	Soma%	Sev.
69	Andorinha-pequena-de-casa ( <i>Pygochelidon cyanoleuca</i> )	100	5	5,00	0	0,00	0	0,00	5,00	5,04
70	Pomba-de-bando/arribaça/arribação ( <i>Zenaida auriculata</i> )	149	5	3,36	0	0,00	2	1,34	4,70	4,73
71	Maçarico - Família Scolopacidae	22	1	4,55	0	0,00	0	0,00	4,55	4,58
72	Bacurus / Curiangos - Família Caprimulgidae	45	2	4,44	0	0,00	0	0,00	4,44	4,48
73	Falcão-quiriquiri ( <i>Falco sparverius</i> )	103	2	1,94	0	0,00	2	1,94	3,88	3,91
74	Coruçã / tabaco-bom ( <i>Chordeiles nacunda</i> )	230	5	2,17	0	0,00	3	1,30	3,48	3,50
75	Coruja-buraqueira ( <i>Athene cunicularia</i> )	389	10	2,57	0	0,00	3	0,77	3,34	3,37
76	Réptil	150	3	2,00	0	0,00	2	1,33	3,33	3,36
77	Andorinhão-do-temporal ( <i>Chaetura meridionalis</i> )	61	2	3,28	0	0,00	0	0,00	3,28	3,30
78	Bem-te-vi ( <i>Pitangus sulphuratus</i> )	103	2	1,94	0	0,00	0	0,00	1,94	1,96

Tabela 5 – Composição do ranking de severidade relativa das espécies de fauna na aviação brasileira entre 2011 e 2020. Legenda: Col – total de colisões; CD – colisões com dano; CDM – colisões com dano maior; CEV – colisão com efeito no voo (Fonte: AUTOR, 2021).

#### 4 DISCUSSÃO

Existe grande diversidade de aves e outros animais que habitam ou frequentam os sítios aeroportuários e entorno dos aeródromos. Este estudo identificou 98 espécies/grupo de espécies com registro de colisão com aeronaves no Brasil entre 2011 e 2020. É peça chave no processo de gerenciamento de risco de fauna conhecer as espécies que demandam maior atenção, ou seja, aquelas com maior probabilidade de causar danos às aeronaves ou efeitos no voo. Assim, o operador de aeródromo poderá concentrar seus esforços naquelas mais críticas (DOLBEER *et al.*, 2000).

As espécies com maior grau de severidade relativa no Brasil no período analisado foram o urubu-de-cabeça-preta, o cachorro-doméstico e o albatroz. Em comum entre essas três espécies está o tamanho corporal. Dolbeer *et al.* (2000) demonstraram que nos Estados Unidos a severidade relativa das ocorrências entre aeronaves e fauna estava correlacionada com a massa corporal dos animais envolvidos na colisão. O albatroz, por exemplo, que ocupou a terceira posição no ranking de

severidade, possui maior massa dentre as aves marinhas, podendo pesar entre 2 e 9 kg (PEREIRA, 2018).

Adicionalmente, as aves classificadas entre as dez espécies com maior severidade relativa possuem massa corporal média superior a 1 kg. Com exceção dos urubus (Família Cathartidae), dos urubus-de-cabeça-preta e das fragatas (*Fregata magnificens*), as demais espécies tiveram menos de 40 colisões registradas no período de 10 anos. Ou seja, não são espécies tão comuns de se envolverem em colisões. No entanto, o operador de aeródromo deve estar atento à presença desses tipos de aves, com maior tamanho corporal, no sítio aeroportuário e/ou seu entorno, e adotar as medidas mitigadoras necessárias, que podem envolver modificação do ambiente, exclusão física, afugentamentos ou medidas de controle da população (DEVAULT *et al.*, 2013), evitando assim colisões com as aeronaves, tendo em vista a severidade decorrente dessas ocorrências.

Três mamíferos completam a lista das dez primeiras posições do ranking, que incluem os cachorros-domésticos, os cachorros-selvagens ou silvestres (Canídeos) e a capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*), todas com elevada massa corporal. Para mitigar o risco de colisões com mamíferos, e até mesmo répteis, de médio e grande porte, as cercas ou muros operacionais e patrimoniais são as estratégias mais eficientes, duradouras e adequadas (DEVAULT *et al.*, 2008; VERCAUTEREN *et al.*, 2013; NOVAES *et al.*, 2016). É fundamental que o tipo e características da cerca sejam adequadas para o tipo de animal que ocorre na área do aeródromo, considerando seu tamanho, inteligência e capacidade física (FITZWATER, 1972).

Medidas adicionais podem ser adotadas, como remoção de árvores isoladas, supressão de fragmentos de vegetação da área operacional, drenagem de corpos d'água, dentre outras (NOVAES *et al.*, 2016). É possível que ações de manejo da população problema sejam necessárias para complementar as medidas já adotadas previamente (VERCAUTEREN *et al.*, 2013).

Destaca-se na lista das espécies com maior severidade os urubus (Família Cathartidae), principalmente o urubu-de-cabeça-preta, que ocupou a primeira posição no ranking, o primeiro lugar nas colisões com dano e dano maior e segundo lugar nas colisões com efeito no voo. Diferentemente da maioria das espécies melhor ranqueadas, que não possuíram tantas colisões no total, os urubus-de-cabeça-preta apresentaram elevada quantidade de registros de colisões no Brasil. Essa espécie está associada principalmente aos ambientes do entorno próximo dos aeroportos e na Área de

Segurança Aeroportuária (ASA), onde há maior oferta de alimento gerada por atividades humanas, tais como aterros sanitários, matadouros, feiras-livres, ineficácia do saneamento básico e da gestão dos resíduos sólidos urbanos, dentre outros (NOVAES; ALVARES, 2013; NOVAES; CINTRA, 2015; ARAUJO *et al.*, 2018).

Nesse sentido, os operadores de aeródromos precisam estar atentos às atividades relacionadas ao entorno do sítio aeroportuário, realizando monitoramento periódico para identificar e acompanhar a evolução da atratividade desses locais (ANAC, 2021). Quando necessário, devem realizar, por meio de suas Comissões de Gerenciamento de Risco de Fauna [CGRF] as devidas tratativas com as autoridades municipais e autoridades ambientais.

O município é o responsável pelo ordenamento do uso e ocupação do solo nos ambientes urbanos, cabendo a ele a fiscalização para seu cumprimento. As autoridades ambientais são responsáveis pela autorização de funcionamento e fiscalização de empreendimentos com potencial atrativo de fauna nas Áreas de Segurança Aeroportuária [ASA], com vistas à mitigação do risco provocado por esses locais às operações aéreas (BRASIL, 2012).

Embora a severidade relativa esteja diretamente correlacionada à massa corporal dos animais, não deve ser ignorada as espécies que possuem elevado número de registro de colisões nos aeroportos brasileiros. Por exemplo, os quero-queros e carcarás, que são destacadamente as que mais se envolvem em colisões. Mesmo apresentando baixa severidade relativa, são espécies que se envolvem em muitas colisões, conseqüentemente, muitas causam dano ou efeito no voo, como pode ser observado nas Figuras 3 e 4.

Nesse cenário, é fundamental adotar ações dentro do sítio aeroportuário, local onde essas espécies comumente se envolvem em colisões. Deve-se focar em medidas de modificação do ambiente, na implantação de barreiras físicas para impedir o uso de estruturas do aeródromo pelas aves, nas medidas de dispersão e, quando necessário, adotar medidas como captura, translocação e abate por meio de um Plano de Manejo de Fauna em Aeródromo (CENIPA, 2017). Todas essas ações precisam ser conduzidas por profissionais habilitados e qualificados para que os resultados possam ser alcançados com efetividade.

## 5 CONCLUSÃO

As espécies de fauna não representam o mesmo nível de risco para as operações aéreas. Identificar as diferenças e elencar as espécies que demandam maior atenção é crucial para o gerenciamento de risco de fauna. Assim, o operador de aeródromo poderá concentrar esforços na priorização de ações voltadas para as espécies com maior potencial de causar danos ou efeito nos voos. No Brasil, o ranking de severidade relativa apontou para os urubus-de-cabeça-preta, cachorro-doméstico e albatroz como sendo aquelas que causam os maiores transtornos para a aviação. Em comum, essas espécies possuem tamanho corporal mais elevado.

Diferente do albatroz, urubus-de-cabeça-preta e cachorros-domésticos são animais comuns nos ambientes aeroportuários e seus entornos. Ações de monitoramento constante de atrativos e potenciais atrativos de fauna na Área de Segurança Aeroportuária e interações com órgãos/entidades do poder público e/ou privado com atribuições que podem mitigar a atratividade de fauna no entorno dos aeroportos, por meio da Comissão de Gerenciamento de Risco de Fauna, são fundamentais para evitar as colisões com urubus-de-cabeça-preta. Para mitigar o risco de ocorrências com cachorros-domésticos e outros animais como mamíferos e répteis, a existência e manutenção adequada de sistema de proteção do aeródromo (i.e. cercas patrimoniais e operacionais) é a melhor estratégia.

Deve-se observar com atenção as espécies que não aparecem com um grau de severidade relativa muito elevado, mas que são muito frequentes nos ambientes aeroportuários, tais como os quero-queros e os carcarás. Embora tenham apresentado menor severidade relativa, a repetitividade de colisões com essas espécies aumenta a probabilidade de haver colisões com algum tipo de dano ou efeito no voo. Para isso, ações de gerenciamento de risco direcionadas para o sítio aeroportuário são as mais recomendadas, que incluem modificação do ambiente, exclusão física, afugentamentos e, se necessário, capturas, translocação e até mesmo o abate.

## REFERÊNCIAS

ALLAN, John R. The costs of bird strikes and bird strike prevention. In: **Human Conflicts With Wildlife: Economic Considerations. Proceedings Of The National Wildlife Research Center Special Symposium**. p. 147-153. Fort Collins, Colorado, USA, 2002.

ANAC, Agência Nacional de Aviação Civil. **Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) 153: Aeródromos – Operação, Manutenção e Resposta à Emergência**. Brasília, 2021. Disponível em <<https://pergamum.anac.gov.br/arquivos/RBAC153EMD06.PDF>>. Acesso em: mar. 2022.

- ARAUJO, G. M.; PERES, C. A.; BACCARO, F. B.; GUERTA, R. S. Urban waste disposal explains the distribution of Black Vultures (*Coragyps atratus*) in an Amazonian metropolis: management implications for birdstrikes and urban planning. **PeerJ**, v. 6, p. e5491, 2018.
- BRASIL. **Lei nº 12.725**, de 16 de outubro de 2012. Dispõe sobre o controle da fauna nas imediações de aeródromos. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112725.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112725.htm)>. Acesso em: mar. 2022.
- CENIPA, Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **Ranking Brasileiro de Severidade Relativa de Espécies de Fauna**. Brasília, 2016. Disponível em <[https://www2.fab.mil.br/cenipa/images/Anexos/Ranking\\_Risco\\_da\\_Fauna.pdf](https://www2.fab.mil.br/cenipa/images/Anexos/Ranking_Risco_da_Fauna.pdf)>. Acesso em: mar. 2022.
- CENIPA, Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **Manual do Comando da Aeronáutica (MCA) 3-8: Manual de Gerenciamento de Risco de Fauna**. Brasília, 2017. Disponível em <<https://www2.fab.mil.br/cenipa/index.php/prevencao/risco-de-fauna/mgrf>>. Acesso em: mar. 2022.
- CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 466**, de 05 de fevereiro de 2015. Estabelece diretrizes e procedimentos para elaboração e autorização do Plano de Manejo de Fauna em Aeródromos e dá outras providências. Brasília, 2015.
- DEVAULT, T. L.; BELANT, J. L.; BLACKWELL, B. F.; SEAMANS, T. W. Interspecific variation in wildlife hazards to aircraft: implications for airport wildlife management. **Wildlife Society Bulletin**, v. 35, n. 4, p. 394-402, 2011.
- DEVAULT, T. L.; BLACKWELL, B. F.; BELANT, J. L. **Wildlife in airport environments: preventing animal-aircraft collisions through science-based management**. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2013.
- DEVAULT, T. L.; KUBEL, J. E.; GLISTA, D. J.; RHODES JR. O. E. Mammalian hazards at small airports in Indiana: impact of perimeter fencing. **Human-Wildlife Conflicts**, v. 2, n. 2, p. 240-247, 2008.
- DOLBEER, R. A. Increasing trend of damaging bird strikes with aircraft outside the airport boundary: implications for mitigation measures. **Human-Wildlife Interactions**, v. 5, n. 2, p. 235-248, 2011.
- DOLBEER, R. A.; WRIGHT, S. E.; CLEARY, E. C. Ranking the hazard level of wildlife species to aviation. **Wildlife Society Bulletin**, v. 28, n. 2, p. 372-378, 2000.
- FITZWATER, William D. Barrier fencing in wildlife management. In: **Proceedings of the Vertebrate Pest Conference**, v. 5, n. 5, p. 49-55, 1972.
- NOVAES, W. G.; ALVAREZ, M. R. V. Relação entre 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, 2013.
- NOVAES, W. G.; CINTRA, R. Anthropogenic features influencing occurrence of Black Vultures (*Coragyps atratus*) and Turkey Vultures (*Cathartes aura*) in an urban area in central Amazonian Brazil. **The Condor: Ornithological Applications**, v. 117, n. 4, p. 650-659, 2015.
- NOVAES, W. G.; GROSSMANN, N. V.; PIMENTEL, D. S.; PRADA, M. Terrestrial mammal and reptile hazards in an airport in the Brazilian Amazon. **Human-Wildlife Interactions**, v. 10, n. 1, p. 122-127, 2016.
- PEREIRA, A. Análise morfológica e morfométrica de duas espécies de albatrosses: Albatroz-de-sobrancelha (*Thalassarche melanophris*) e Albatroz-de-nariz-amarelo (*Thalassarche chlororhynchus*) (Procellariiformes: Diomedidae). Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 84 p, 2018.
- THORPE, J. Update on fatalities and destroyed civil aircraft due to bird strikes with appendix for 2008 & 2009. In: **Proceedings of the International Bird Strike Committee**, p. 1-9, 2010.



VERCAUTEREN, K. C.; LAVELLE, M.; SEAMANS, T. W. Excluding mammals from airports. In: **Wildlife in airport environments: preventing animal–aircraft collisions through science-based management**. Baltimore: Johns Hopkins University Press, p. 49-59, 2013.

---

## O FATOR COMBUSTÍVEL, RELEMBRAR PARA SOBREVIVER!

Jocelyn Santos dos Reis<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ten Cel Rfm da FAB, trabalhou como gerente de manutenção de aeronaves por mais de 15 anos. Ingressou na “Família SIPAER” em 1987 e, desde 1997, é instrutor de Segurança de Voo no Fator Operacional Manutenção, tendo produzido diversos materiais didáticos nessa área.

---

O tempo passa rapidamente e, essa dinâmica, faz com que o “mundo da aviação” a cada dia, receba novos profissionais: técnicos de manutenção, pessoal de apoio de rampa, gerentes de manutenção, novas empresas, novos diretores e, principalmente, novos operadores ou pilotos. Todos ilustres “descendentes de Adão”, com todas as vulnerabilidades características do *homo sapiens*, talvez sem ter em suas memórias alguns fatos desagradáveis, como, por exemplo, acidentes aeronáuticos em que a falha humana foi o principal fator contribuinte.

Vivemos tempos difíceis e inéditos de uma pandemia que assola o planeta desde fevereiro de 2020 e que até agora ceifou as vidas de alguns milhões de pessoas. Os cientistas, numa corrida desesperada e heroica, em pouco tempo, produziram um antídoto, ou melhor, uma vacina contra o *coronavírus*, impedindo sua sanha assassina. Entretanto, os atuais seres humanos herdaram do primeiro homem acima citado, uma vulnerabilidade para alguns “vírus” que já mencionei tantas vezes em palestras ou aulas, os quais infectam especialmente muitos profissionais de aviação. São eles: *imprudência, imperícia, negligência, preguiça, complacência, distração e esquecimento*. Esse último é terrível, com alto grau de letalidade.



Figura 1 - Abastecimento, um momento crítico (Fonte: Internet).

Uma música do cancioneiro nacional diz que *RECORDAR É VIVER*. Então, como instrutor de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos, tendo como público-alvo os operadores e mantenedores de aeronaves, sinto-me na obrigação de combater o “vírus” do esquecimento, procurando fazer com que esses profissionais mantenham sempre elevado nível de **consciência situacional** quanto aos cuidados e práticas preventivas relacionadas com combustível de aviação. Mesmo que você ainda não seja um(a) integrante da grande “Família SIPAER” (Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos), ao ler e meditar sobre estas considerações, observará que muitos eventos catastróficos, na forma de graves acidentes aeronáuticos, virão à sua mente, mesmo que tenham ocorrido há muitos anos.

O principal objetivo desta nota é provocar meditação, fazendo você recordar todos os cuidados e atenção especiais que devem ser dispensados ao “item” **combustível**, em todos os procedimentos que antecedem a realização do voo. Vamos relembra alguns acidentes que se tornaram emblemáticos devido ao modo como eles aconteceram, tendo como fator contribuinte, primário ou secundário, o combustível (qualidade ou quantidade).

Em um passado recente, estive presente em dezenas de Encontros, Jornadas ou Seminários de Segurança de Voo (ou operacional para alguns) e poucas foram as ocasiões em que acidentes resultantes da falha humana relacionada com o assunto em tela foram analisados com a necessária profundidade. Este assunto precisa ser abordado com mais frequência, porque a força da gravidade não admite erros.

Quando o combustível é o foco das investigações como fator contribuinte para o evento, surgem algumas questões inevitáveis: *Estava contaminado? A quantidade abastecida foi correta em função da etapa de voo, considerando-se o peso máximo de decolagem (temperatura/altitude do aeródromo)? Será que o sistema de alimentação do(s) motor(es) não entupiu? O plano de voo foi elaborado com algum erro em função das condições meteorológicas da rota? A aeronave não foi abastecida com combustível errado? Houve algum destaqueio indevido antes da decolagem? Houve erro quanto ao correto cumprimento do plano de voo?*



Figura 2 - O combustível foi checado? Foram colocados decalitros ou litros? (Fonte: Internet).

Amigo(a) leitor(a), como é do seu conhecimento, vivemos uma época em que a engenharia aeronáutica, em conjunto com as demais engenharias, atingiu elevado grau de perfeição, fazendo com que a possibilidade de falha do equipamento (motor, célula e demais componentes), seja ínfima, muito reduzida. A construção de aeronaves obedece a rígidas normas internacionais, em total obediência aos postulados da Qualidade. Todavia, eventos funestos continuam a ocorrer, conforme os dados estatísticos do Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA) mostram, sendo a falha do homem, a grande responsável pela maioria dos acidentes aeronáuticos.

Foram criados sistemas redundantes (duplicados ou até triplicados), sistemas especiais de alarme, “corta circuitos”, sistemas especiais de extinção de incêndio, etc. Mas, em contrapartida, nos hangares e oficinas de manutenção, nos ambientes de controle de tráfego aéreo e, principalmente, nas cabines de comando das aeronaves, estão os “Adões” modernos, seres humanos totalmente vulneráveis aos terríveis “vírus” citados no terceiro parágrafo destas considerações. São substantivos comuns abstratos, mas produzem eventos muito concretos, reais, fatais! E o pior de tudo, não existem “vacinas” contra eles.

Agora, com o raciocínio devidamente estimulado e aquecido, vamos **relembrar** numa **descrição sucinta**, quatro eventos ocorridos há alguns anos. Se você se lembrar de algum fato recente e semelhante (recorrente), verá que os “atores e atrizes” são outros, mas o “enredo” é o mesmo, infelizmente.

**1º caso:** Aeronave Cirrus 22, 2 de março de 2008, Jacarepaguá-RJ, quatro mortos. Fator contribuinte principal: combustível errado. A aeronave foi abastecida com querosene (QAV), em vez de gasolina (AVGAS). *Qual “vírus” presente? Distração? Imperícia?...*

**2º caso:** Aeronave EMB-110 (Bandeirante), 26 de dezembro de 2002. Rota pretendida: SP/CO. A aeronave já estava preparada e abastecida, mas na véspera surgiu a necessidade de embarcar mais passageiros. Para que o peso máximo de decolagem não fosse ultrapassado, optou-se pela execução de um destanqueio. Segundo o relatório de investigação, ficou demonstrado que o procedimento de retirada de combustível foi executado de modo errado, não previsto nos manuais do fabricante, induzindo uma *pane de falsa indicação* nos liquidômetros, fazendo com que esses instrumentos indicassem quantidade maior que a real. Consequências: durante o voo, nas proximidades de Curitiba, ocorreu *pane seca* num dos motores. A tripulação executou os procedimentos de praxe, mas não conseguiu reacender o motor, acionou o controle de tráfego aéreo em emergência e foi vetorada para pouso em Curitiba. Mas, a poucos metros da cabeceira da pista, entrando na reta final para pouso, o outro motor também apagou e a aeronave caiu, ficando totalmente destruída. Houve fatalidades. Conclusão: falha da manutenção nos procedimentos de destanqueio. *Quais “vírus” presentes? Imperícia? Negligência?...*

**3º caso:** Voo VRG 254, 3 de setembro de 1989. Nesse acidente que repercute até hoje, o combustível, ou seja, a falta dele, foi um fator secundário, mas decisivo para a ocorrência do evento. A rota era Marabá/Belém, pouco tempo de voo para um B-737. Após a decolagem, a aeronave deveria tomar a proa 027, mas, por motivos outros, foi inserida no sistema de navegação a proa 270. A direção correta era para o norte, mas a aeronave tomou a direção oeste. O combustível que estava na aeronave era suficiente para cumprir a etapa até Belém. Todavia, depois de um tempo considerável, a tripulação percebeu que algo estava errado. Conclusão: a distância percorrida foi muito longa e o combustível já estava no final. Pane seca, queda da aeronave e fatalidades. Houve sobreviventes, sendo um deles, o próprio comandante. *Quais “vírus” presentes neste caso, além da falta de CRM (Gerenciamento dos Recursos de Tripulação)? Distração? Esquecimento?...*

Outro evento (**4º caso**) terrível, com dezesseis fatalidades, foi o acidente com um EMB-110 que partiu de Brasília para Guaratinguetá em novembro de 1991. Como o aeródromo de Brasília fica a mais de 1.000 metros acima do nível do mar e com a aeronave completamente lotada de passageiros e bagagem, a quantidade de combustível colocada foi a mínima permitida, em função do peso máximo de decolagem. Esse fato implicaria na realização de um pouso técnico em Araxá ou Uberaba. Todavia, por motivos outros, depois da decolagem, decidiu-se por voo direto. Nas proximidades de

Guaratinguetá, em função do pouquíssimo combustível remanescente, os procedimentos de aproximação foram alterados, com a ocorrência também de uma alteração meteorológica. A aeronave se chocou com a Serra da Mantiqueira numa altitude de 6.000 pés, ficando totalmente destruída. ***Deixo por sua conta, amigo(a) leitor(a), depois de breve análise, apontar quais “vírus” estiveram presentes neste caso.***

Certamente você deve estar se lembrando de mais outros tristes eventos, como o voo da empresa Lamia que ceifou tantas vidas, quando o combustível a bordo não seria suficiente para alcançar outro aeródromo (de alternativa) ou fazer circuito de espera. Já aconteceu também a falta de atenção no momento do reabastecimento quanto ao medidor do caminhão-tanque (se era em litros ou decalitros). Esse exemplo de falha humana também já contribuiu para queda de aeronave por pane seca.

Então, diante da inexistência de uma “vacina” contra essas patologias, algumas Recomendações de Segurança poderiam ser as seguintes:

1. Conheça a aeronave no que diz respeito ao combustível e aos lubrificantes requeridos;
2. Muito cuidado nas operações de destanqueio e, mais ainda, na utilização de combustível destanqueado;
3. Siga sempre os procedimentos descritos nos manuais de manutenção da aeronave; esqueça os “jeitinhos” e “macetes”.
4. Esteja sempre com a atenção concentrada no serviço que está executando e, no final, se possível, peça a um colega para “checar” o que você executou.

Poderíamos citar ainda muitos outros casos, mas creio que atingi o objetivo desta modesta nota, que foi fazer você analisar esses eventos, de modo que o seu nível de consciência situacional quanto ao ***fator combustível*** esteja sempre alto. Reflita bastante porque ***aerovia não tem acostamento!***

---

## ACIDENTES AÉREOS: QUEM INVESTIGA?

*Adriano Trindade de Oliveira Alves<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Advogado especialista em Direito Aeronáutico, em especial Acidentes Aéreos, e Direito Trabalhista. Ex-chefe da Assessoria Jurídica do Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA).

---

Há pouco mais de um mês, no dia 14 de setembro de 2021, uma terça-feira, em Piracicaba/SP, a população brasileira assistiu, infelizmente, a mais um acidente aéreo, o qual, por muito pouco, em razão da densidade populacional do Estado de São Paulo, não se tornou uma catástrofe aérea de grandes proporções.

Segundo informações preliminares, extraídas do sítio eletrônico do Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA), por volta da 09h, a aeronave Textron Aviation, B200GT, de matrícula PS-CSM, logo após a decolagem, veio a colidir com o terreno.

Referido acidente aeronáutico ocorreu ao lado da Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo (FATEC), tendo fatalmente vitimado todos os sete ocupantes da aeronave (cinco passageiros e dois tripulantes), dentre eles um dos sócios da Usina Raízen Cosan, empresa integrada de energia de origem brasileira com receita estimada na ordem de 20 bilhões de dólares.

Diante desse tipo de fatalidade imediatamente surgem diversas indagações, tais como: E agora, quem investiga? É a Polícia? É o Ministério Público? É a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC)? É o Comando da Aeronáutica? Qual é objetivo? Qual o prazo da investigação?

Sem esgotar o assunto, farei uma abordagem do assunto do modo mais sucinto e claro possível, de maneira que, ao final da leitura, saibamos as respostas para as indagações propostas, com destaque especial para a investigação que é realizada pelo Comando da Aeronáutica.

De início, impõe apresentar o contexto histórico recente, para que possamos compreender alguns momentos de crise que o setor aéreo passou, os quais impulsionaram, no Brasil, importantes modificações e evoluções na investigação de catástrofes aéreas.

Pois bem, entre os anos de 2006 e 2007, o país foi assolado por duas grandes tragédias aeronáuticas, envolvendo duas das maiores companhias aéreas do país, eventos que vitimaram centenas de cidadãos e atingiram outras centenas de familiares.

Motivada pelas severas consequências dessas catástrofes, a sociedade brasileira pôs em pauta longo debate legislativo para o aprimoramento da atividade aérea no país, inserindo-se, nesse contexto, a investigação de acidentes aeronáuticos.

Assim sendo, aproximadamente após longos oito anos de extensos debates na Câmara dos Deputados e no Senado Federal, ao cabo de todo o processo legislativo pertinente, o Poder Legislativo aprovou a Lei Ordinária nº 12.970/2014, que alterou e inseriu dispositivos no Código Brasileiro de Aeronáutica (CBA), como produto e resposta aos anseios e demandas sociais para o aperfeiçoamento operacional da aviação civil brasileira, com o escopo de mitigar ou reduzir a possibilidade de repetição de novas tragédias (evitar a recorrência).

Referido processo legislativo contou com a colaboração de diversos setores da sociedade brasileira, tais como: órgãos de segurança pública, categorias profissionais, associações de empresas, associações de aeronautas e aeroviários, membros da advocacia pública, integrantes do Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SIPAER), dentre outros.

As inovações trazidas, com a atualização do CBA, promoveram necessária evolução normativa, baseada nas realidades e exigências práticas e técnicas, consideradas as peculiaridades do cenário internacional e nacional afetas à investigação de acidentes aéreos, com foco na prevenção de outras catástrofes.

Dessa sorte, houve internalização e compatibilização de normas, preceitos e princípios internacionais, com o delineamento focado nas especificidades e finalidades próprias de investigações voltadas tão somente para prevenção de acidentes aéreos.

Importa destacar que a imprescindibilidade dessa evolução não surgiu do nada, de um dia para o outro, ou mesmo foi originária de mera especulação. Em verdade, houve um aperfeiçoamento sistêmico, decorrente das necessidades evolutivas técnicas e práticas das investigações de acidentes aeronáuticos que ocorrem há décadas no Estado Brasileiro, tudo em consonância com normas internacionais.

Para que se preserve o contexto histórico e evolutivo sobre a temática, importa rememorar que já houve época em que, no Brasil, a investigação de acidentes aéreos teve seu propósito focado tão somente na persecução criminal/punitiva.



Em 1941, com a criação do então Ministério da Aeronáutica, que era responsável, de modo geral, pelas atividades da Aviação Civil e Militar, foi instituída a figura do “*Inquérito Técnico Sumário*”, o qual visava à pesquisa de ocorrência de culpa e apuração/imposição de responsabilidade dos envolvidos nos acidentes aéreos.

Nesse período, uma única investigação sobre acidente aeronáutico, ao mesmo tempo em que responsabilizava culpados, também intentava de maneira tímida, limitada e subsidiária evitar outros acidentes semelhantes.

Referido modelo de investigação, que ocorria de maneira inquisitiva e sumária, se mostrou com resultados pobres, escassos de informações voluntárias (nenhuma colaboração dos envolvidos), carente de análises detalhadas e sistêmicas, com pouca, senão rara, contribuição prática para a prevenção de outros eventos catastróficos.

Assim, no campo prático e aplicado, a sistemática do “*Inquérito Técnico Sumário*” se mostrou inadequada, totalmente ineficaz e ineficiente para evitar a recorrência, sendo modelo fadado ao insucesso.

Diante da imprescindível necessidade evolutiva, em 1944, o Estado Brasileiro aderiu à Convenção sobre Aviação Civil Internacional (Convenção de Chicago), recepcionada já em 1946 pelo ordenamento jurídico pátrio, por meio do Decreto nº 21.713/46.

A partir desse marco temporal inaugural foram (e são) constantes os processos evolutivos dos mecanismos de prevenção de acidentes, dentre eles o Decreto 69.565/71, o Decreto nº 87.249/82, o próprio CBA com a atual redação dada pela Lei nº 12.970/14, e o Decreto nº 9.540/18 (Decreto SIPAER), os quais, de modo conjugado, e como legislação especial, estabeleceram as atuais bases, princípios e preceitos sobre a investigação de acidentes aeronáuticos.

Tais disposições normativas disciplinaram e encaminharam o SIPAER com destinação específica à prevenção de outras ocorrências, tendo por escopo o estabelecimento de hipóteses e a identificação de fatores contribuintes para a consumação de ocorrências aeronáuticas, sempre dissociada da persecução sobre culpa, responsabilidade, contraditório, ampla defesa, nexo de causalidade estrito, ou qualquer outro elemento punitivo ou sancionador.

A partir do referido aprimoramento normativo, percebe-se que o Estado Brasileiro adotou, assim como os demais países pactuantes da Convenção de Chicago, o modelo dualista de investigação de acidentes aeronáuticos: o sistema policial-judiciário

e o sistema de investigação e prevenção de acidentes aeronáuticos (SIPAER), esse último independente e neutro.

Justamente com a compreensão sobre a necessidade da atuação do Estado em suas mais diversas formas e competências (civil/criminal/administrativa), o próprio CBA, agasalhando tratados e princípios internacionais sobre a investigação de acidentes aeronáuticos, instituiu uma modalidade específica de investigação, denominada investigação SIPAER, a qual objetiva tão somente a prevenção de outras ocorrências, desenvolvendo-se de maneira totalmente autônoma e independente de outras investigações sobre o mesmo acidente.

Todavia, é cogente que seja esclarecido que tal especificidade não exclui, nem impede, nem supre a necessidade de outras investigações para finalidades diversas, paradigma expressamente previsto no próprio CBA e no respectivo Decreto SIPAER.

Essa é a inteligência que pode ser abstraída da análise conjugada dos Artigos 88-A, 88-B e 88-C, todos do CBA.

Tais preceitos legais nada mais fizeram do que internalizar os princípios e normas do Anexo 13 à Convenção sobre Aviação Civil Internacional (Convenção de Chicago) de 1944, da qual o Brasil é signatário, consoante o art. 1º do Decreto nº 21.713/46.

Percebe-se, portanto, que o Brasil estruturou, ao longo de décadas, um sistema específico/especializado de investigação para prevenção de acidentes aeronáuticos, tendo como viga-mestra a implementação do conceito de “*Cultura Justa*”, que hodiernamente é largamente considerado como elemento-chave para o reforço da segurança da aviação, na medida em que visa melhorar a comunicação das ocorrências aeronáuticas, aperfeiçoando e otimizando o fluxo contínuo de informações.

Foi compreendido que, sob o amparo da “*Cultura Justa*”, é criada condição essencial para o estabelecimento de um ambiente nacional e internacional lastreado na maior cooperação e coordenação institucional entre as esferas de segurança pública e as autoridades judiciárias, sem que as atividades de uma se sobreponham, interfiram, ou impeçam as investigações realizadas sob o manto da Convenção de Chicago.

Em razão do exposto, percebe-se que o próprio CBA, de maneira expressa e insofismável, além de não impossibilitar, impedir ou embaraçar eventuais investigações no âmbito do administrativo da ANAC, ou sobre a persecução do *Parquet*, da Polícia Judiciária ou de qualquer apuração cível ou criminal, prevê de forma expressa a possibilidade de **coordenação e cooperação técnica e institucional**. As investigações,

em cada um dos órgãos constituídos apenas ocorrem de maneira autônoma e independente e, sem se misturarem se complementam, não se excluindo e não impedindo uma à outra, sem criar embaraços ou entraves.

Feita essa digressão sobre competências, limites, objetivos e finalidades das investigações sobre acidentes aéreos, com foco especial para aquela que é realizada no âmbito do SIPAER, pende apenas a indagação sobre o prazo das investigações.

De forma sucinta, as investigações criminais promovidas pelos órgãos de persecução penal, observam os trâmites e prazos próprios do Código Penal e de Processo Penal, observando ainda o *Parquet*, na seara da responsabilização civil e administrativa, as peculiaridades da Lei nº 7.347/85 e da Lei Complementar nº 75/93, no que atinem às Notícias de Fato (NF), aos Inquéritos Cíveis Públicos (ICP) e eventuais Ações Cíveis Públicas (ACP).

No campo de atuação da ANAC, na sua condição legal de órgão regulador e fiscalizador da aviação civil brasileira (atividades de vigilância continuada e ações fiscais – ações de *enforcement*), incumbe observância aos procedimentos e prazos administrativos previstos na Lei nº 11.182/05 e nos respectivos regimentos e resoluções.

Especificamente na seara das investigações realizadas com o propósito exclusivo de prevenção de acidentes aéreos, cujas atividades são realizadas pelo CENIPA, embora haja amplo detalhamento normativo e procedimental no CBA e no Decreto SIPAER, o legislador infraconstitucional foi silente, não tendo precisado marco temporal específico, talvez com o entendimento sobre toda a complexidade que envolve a investigação de catástrofes aéreas, em função das diversas circunstâncias técnicas, o que exige um tempo próprio para cada ocorrência.

Em que pese o silêncio legal, no campo infralegal, pode ser interpretado que a Norma Sistêmica do Comando da Aeronáutica 3-13/2017 (NSCA), que trata dos “*Protocolos de Investigação de Ocorrências Aeronáuticas da Aviação Civil Conduzidas pelo Estado Brasileiro*”, em seu texto, estimou o tempo de 12 meses como balizador a ser observado (6.3.d), previsão essa que, certamente, intentou dar respostas à sociedade, no menor tempo possível, sobre as investigações que são realizadas.

Em linhas que não se logrou reduzir, diante da especificidade e problemática do tema, foram essas as exposições julgadas oportunas e que impunham ser realizadas, com o objetivo de responder às indagações inicialmente propostas e, assim, proporcionar melhor entendimento sobre a realização da investigação de acidentes aéreos no Brasil,

em diversas esferas de competência, com enfoque específico para as atividades desenvolvidas no âmbito do CENIPA.