

CONEXÃO **SIPAER**



Revista Científica de Segurança de Voo



PREVENÇÃO DE INCURSÃO EM PISTA **IMPACTOS PARA A SEGURANÇA OPERACIONAL NA AVIAÇÃO CIVIL**

Revista Conexão SIPAER

Volume 13, Número 02

setembro/outubro/novembro/dezembro 2023

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
E-mail: conexaosipaer@gmail.com

WEBPAGE

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. 13, n. 2 (Set/Out/Nov/Dez 2023), Brasília: CENIPA, 2023.

Quadrimestral

Modo de acesso: 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

Adriana de Barros Nogueira de Mattos

Artigos Científicos

A influência das emoções nos processos cognitivos aplicado ao contexto operacional da aviação 2-12

Vinícius Cabrini dos Santos

O manejo do risco de fauna do aeroporto internacional de Salvador, Bahia, com enfoque na metodologia da translocação das espécies de maiores impactos para a aviação 13-58

Pedro Cerqueira Lima

Sistemas baseados na vigilância de superfície de aeroportos para a prevenção de incursão em pista: impactos para a segurança operacional na aviação civil 59-69

Claudia Silveira da Cunha

Ana Luiza Duarte do Vale Duarte

Erick Coelho Costa

Viabilidade do uso de uma aeronave remotamente pilotada (ARP) em vistorias de pista, com foco no gerenciamento do risco de fauna 70-86

Sérgio Branquinho Júnior

Fernando Lopes da Silva

Cesar Augusto Bronzatto Medolago

Notas técnicas

Dificuldades em serviço na aviação civil brasileira – panorama de 2022 87-106

Rogério Possi Júnior

Risco aviário no aeródromo de Ponta Pelada (SBMN) 107-110

Diogo Pinheiro Albuquerque

Risco de fauna nas operações aeroagrícolas: análise de colisões no estado brasileiro 111-119

Francis Raime Zagury Matos

Tradução

Melhores práticas no design de listas de verificação, considerando as limitações humanas 120-123

Margareth Hasse

Maurício Lorenzini Coelho

Apresentação

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

1 Editora Gerente da Revista Científica Conexão SIPAER

2 conexaosipaer@gmail.com

Impulsionada pelo espírito de excelência que sempre norteou as atividades realizadas pelo Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA), a Revista Conexão SIPAER apresenta neste número um conjunto variado de abordagens, por meio de artigos, notas e tradução, que contribuem para elevar a percepção dos nossos leitores.

No campo do Fator Humano, Vinícius Cabrini dos Santos apresenta uma análise de como as emoções influenciam os processos cognitivos e as habilidades não técnicas dos pilotos no contexto aeronáutico.

Sobre Risco de Fauna, o pesquisador Pedro Cerqueira Lima apresenta estudo sobre a fauna existente no Aeroporto Internacional de Salvador e o potencial risco que ela representa para a aviação.

Na área do Fator Operacional, os autores Cláudia Silveira da Cunha, Ana Luiza Duarte do Vale Duarte e Erick Coelho Costa apresentam uma análise dos impactos para a segurança operacional na aviação civil mediante a implementação de sistemas baseados na vigilância de superfície de aeroportos para a prevenção de incursão em pista.

Voltando ao tema Risco de Fauna, os autores Sérgio Branquinho Júnior, Fernando Lopes da Silva e Cesar Augusto Bronzatto Medolago divulgam estudo realizado na Academia da Força Aérea (AFA) sobre o emprego de Aeronaves Remotamente Pilotadas (do inglês Remotely Piloted Aircraft, RPA) para a detecção de espécies-problema, sobretudo na pista de pouso, e, também, para a detecção de espécies de grande porte, que apresentam potencial de causar acidentes de maior severidade.

Na seção de Notas de Pesquisa, Rogério Possi Júnior apresenta o resumo dos eventos de dificuldades em serviço de 2022, que foram comunicados à Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) por operadores, organizações de manutenção e fabricantes de produtos aeronáuticos.

Diogo Pinheiro Albuquerque chama a atenção dos leitores sobre a incidência de urubus, que historicamente oferece maior risco nas operações no aeródromo militar de Manaus (SBMN), e sugere ações para mitigar e ou eliminar estímulos atrativos dessa ave.

Francis Raime Zagury Matos realiza uma análise de ocorrências, entre 2012 e 2022, utilizando os dados do Sistema de Gerenciamento de Risco de Aviário (SIGRA) do CENIPA.

Por fim, na seção Tradução da RCS, os pesquisadores Margareth Hasse e Maurício Lorenzini Coelho conclamam os nossos leitores à reflexão sobre o tema “Melhores práticas no design de listas de verificação, considerando as limitações humanas”, de autoria de Stuart “Kipp” Lau. O texto apresenta a importância de serem observados critérios específicos para a elaboração de listas de verificação, atento a algumas limitações humanas, considerando os fatores que afetam o design, os métodos de percepção e interpretação das informações, compreensão e cognição, bem como o processamento de textos e compreensão da linguagem, todos relacionados com os estudos de ergonomia e fatores humanos.

Prezados leitores, a cada publicação da nossa Revista é possível constatar que muito foi realizado na busca pela excelência acadêmica, pois o desafio para produzir conteúdo voltado para a Segurança de Voo requer talento, disciplina e sensibilidade. Este volume 2, de 2023, é produto do comprometimento e dedicação da nossa equipe editorial. Também não posso esquecer que fomos agraciados pela generosidade e persistência dos nossos autores, que aguardaram pacientemente pela publicação de seus trabalhos.

Por fim, agradeço aos leitores que, ao recorrerem à Revista Conexão SIPAER, passam a incorporar novos conceitos e, principalmente, passam a disseminar novos conhecimentos relacionados à Segurança de Voo.

Boa leitura a todos!

Adriana Mattos

Editora-Gerente da RCS.

A influência das emoções nos processos cognitivos aplicado ao contexto operacional da aviação

Vinicius Cabrini dos Santos^{1,2}

1 Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUC-RS

2 vinicabrini@gmail.com

RESUMO: Este artigo tem como objetivo analisar como as emoções influenciam os processos cognitivos e as habilidades não técnicas dos pilotos no contexto aeronáutico. Baseado em uma análise bibliográfica, nota-se que as emoções influenciam os processos cognitivos e o dia a dia dos pilotos em operações aéreas, sobretudo, nas tomadas de decisão. Para além das emoções sentidas no momento presente (*Anticipatory Emotions*), existem também as emoções que ainda não foram sentidas, mas que se consegue projetá-las quando se pensa sobre as consequências de uma determinada tomada de decisão (*Anticipated Emotions*). Como resultado da análise desenvolvida identificou-se que o treinamento de pilotos melhora os processos cognitivos automáticos, o que se mostra vantajoso por estes processos sofrerem menos influências das emoções.

Palavras Chave: 1. Emoção. 2. Processos cognitivos. 3. Habilidades não técnicas. 4. Treinamento de pilotos. 5. Aviação.

The influence of emotions on cognitive processes applied to operational context in aviation

ABSTRACT: The goal of this article is to examine the influence of emotions in cognitive process and non-technical skills of pilots in the context of aviation. Based on a bibliographical analysis, it is known that emotions influence cognitive processes and the daily operations of pilots in flight operations, such as decision-making. Aside from the emotions felt at the exact present moment (*Anticipatory Emotions*), there are also emotions not yet felt, but that could be project when thinking about the consequences of a specific decision (*Anticipated Emotions*). Pilot training improves automatic cognitive processes, which is advantageous since they are less influenced by emotions.

Key words: 1. Emotion. 2. Cognitive processes. 3. Non-technical skills. 4. Pilot training. 5. Aviation.

Citação: Santos, VCS. (2023) A influência das emoções nos processos cognitivos aplicado ao contexto operacional da aviação. *Revista Conexão Sipaer*, Vol. 13, N^o. 2, pp. 2-12.

1 INTRODUÇÃO

Partindo do pressuposto de que a Psicologia está intrínseca nas diversas relações humanas, com a análise do comportamento e dos processos mentais, visou-se aprofundar no estudo de tal ciência, de modo a aplicá-la nos processos de tomada de decisão e treinamento de habilidades não técnicas dos profissionais da aviação.

Nos últimos anos, após a ocorrência de acidentes aéreos, a aviação deixou de focar apenas nos aspectos técnicos, e passou a buscar o mais profundo desenvolvimento científico e tecnológico, com o objetivo de conter falhas que colocassem em risco as pessoas a bordo. Deste modo, os conceitos da área de Fatores Humanos passaram a ter importância equivalente, estabelecendo a necessidade de mais estudos científicos voltados para a identificação dos pensamentos e emoções, como fatores que influenciam diretamente a cognição e o comportamento dos operadores aéreos¹ e das tripulações.²

As habilidades não técnicas são habilidades cognitivas e sociais que complementam as habilidades técnicas dos trabalhadores (FLIN et al., 2003). Assim, surgiu o *Crew Resources Management* (CRM), como o principal treinamento e ferramenta de estudo destas habilidades não técnicas na aviação. De acordo com a *Civil Aviation Authority* (CAA) do Reino Unido, o Treinamento em CRM surgiu após o reconhecimento de que as habilidades técnicas de pilotar uma aeronave eram insuficientes para garantir a segurança e o melhor desempenho; acidentes estavam ocorrendo por outras razões, que não habilidades técnicas inadequadas de pilotagem (CAA, 2016).

Atualmente, é evidente a necessidade de se dominar esses aspectos conceitualmente e, sobretudo, saber identificá-los e aplicá-los na prática das operações aeronáuticas. Ao revés, o não domínio total de tais conceitos representa um despreparo para a realização das funções, deixando todo o sistema de segurança operacional vulnerável. “Quem não sabe usar seu Quociente Emocional (QE), ou sua Inteligência Emocional (IE), está fadado ao fracasso no mundo de hoje” (COLANTUONO, 2020, p. 27). Neste sentido, a CAA (2016) definiu, de forma genérica, o CRM como sendo o treinamento das habilidades cognitivas e sociais necessárias para apoiar o treinamento técnico, a fim de otimizar a operação segura, eficaz e eficiente da aeronave.

Existem várias habilidades não técnicas, como por exemplo: consciência situacional, tomada de decisão, comunicação, trabalho em equipe e entre outras. “Talvez sua solução, junto com a do seu colega de trabalho, dividida por 2, seja melhor que a

¹ Operador Aéreo - Pessoa, organização ou empresa que se dedica à operação de aeronave (ANAC, 2021).

² Tripulação - Conjunto de pessoas (tripulantes) que exercem função a bordo de aeronave (ANAC, 2020).

sua ou a dele isoladamente” (COLANTUONO, 2020, p. 27). Assim como todos estes aspectos podem ser influenciados pelas nossas emoções, as consequências de uma tomada de decisão ou trabalho em equipe, por exemplo, também podem gerar emoções.

Isen (2001) afirma que hoje é aceito e entendido que o afeto constantemente desempenha um papel nos processos cognitivos, e até mesmo um leve afeto positivo é reconhecido como uma influência importante no pensamento. Para Loewenstein et al. (2001), as pessoas, quando vão tomar uma decisão, devem antecipar como se sentirão no momento da obtenção dos resultados, através de várias comparações contrafactuais. *Anticipated Emotions* são um componente das consequências esperadas da decisão. São emoções que se espera que ocorram quando os resultados são experimentados, ao contrário das *Anticipatory Emotions* que são experimentadas no momento da decisão.

Este artigo tem como objetivo, analisar como as emoções influenciam os processos cognitivos e as habilidades não técnicas dos pilotos de aeronaves, seus reflexos e sua aplicabilidade no contexto operacional da aviação. Foi construído a partir de uma revisão bibliográfica que segue as diretrizes de Gil (2008, p. 50): “a pesquisa bibliográfica é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos.” A importância de uma metodologia em um estudo científico demonstra como os dados e resultados subsequentes foram obtidos. Segundo os pesquisadores Marconi e Lakatos (2003, p. 83), “método é o conjunto das atividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança e economia, permite alcançar o objetivo”. Será feita uma abordagem qualitativa dos resultados para que seja possível atingir o objetivo traçado no artigo.

2 PENSAMENTOS E EMOÇÕES

As conceituações de ‘pensamentos’ e ‘emoções’ em muitas das vezes se confundem. Por este motivo, observou-se a importância do esclarecimento acerca das diversas definições de emoção e a sua relação com os pensamentos, delineando sua aplicabilidade na aviação.

A quantidade de definições encontradas no meio científico explica o quão complexo e importante é este assunto. Neste viés, Pettinelli (2007) definiu que as emoções devem ser pensamentos que não se consegue identificar e, quando é sentido algo, deve ser porque a pessoa está pensando em algo inconscientemente. Os pensamentos, por sua vez, são apenas as partes identificáveis. Portanto, a diferença entre emoções, sentimentos e pensamentos é que, enquanto os pensamentos são distinguíveis, as emoções e os sentimentos são mais imprecisos e difíceis de identificar.

Damásio (1996) define a emoção como sendo a combinação de um processo de avaliação mental, simples ou complexo, com respostas a este processo direcionadas principalmente ao próprio corpo, resultando em um estado emocional, mas também direcionadas ao cérebro, resultando em alterações mentais. O autor também propõe que o termo sentimento seja reservado para a experiência mental privada de uma emoção, enquanto o termo emoção seja usado para designar o conjunto de reações, muitas delas publicamente observáveis (DAMÁSIO, 2000).

Na prática, isto significa que não se pode observar um sentimento em outra pessoa, embora se possa observar um sentimento em si mesmo. Como um ser consciente, seus próprios estados emocionais são percebidos. A consciência permite que os sentimentos sejam identificados e, assim, promove internamente o impacto da emoção, permitindo que ela, por intermédio do sentimento, permeie o processo de pensamento (DAMÁSIO, 2000).

De acordo com Bauer (2020), quando se presta atenção em como as pessoas pensam, procura-se correlações com suas próprias emoções e comportamentos. Assim, os hábitos são formados através da repetição de comportamentos, baseados em crenças recorrentes - que muitas vezes são irracionais e inconsequentes. Nesse contexto, a literatura sobre simulação mental sugere que imaginar os eventos muitas vezes geram emoções fortes, e que as tendências de ação intrinsecamente ligadas a essas emoções podem ser responsáveis pelos efeitos comportamentais benéficos da visualização do futuro (BAUER, 2020).

Camerer, Loewenstein e Prelec (2005) compararam de forma breve as emoções entre animais e humanos, elucidando que os humanos têm a capacidade de pensar a longo prazo, e não resumir seu sistema afetivo a desejos em curto prazo. Na maioria dos animais, as emoções e os impulsos motivam comportamentos a curto prazo, tais como comer, beber e reproduzir, que são realizados de modo que o sistema automático é inerentemente míope. Já os humanos são diferentes dos animais, porque se preocupam ou obtêm prazer imediato ao pensarem sobre as consequências de seus atos, de forma que o sistema afetivo também pode motivar comportamentos que tenham consequências benéficas a longo prazo. De fato, uma série de patologias humanas, como exemplo os transtornos de ansiedade, parecem ser impulsionados por um excesso de futuro no pensamento do indivíduo.

“As emoções geram, igualmente, os comportamentos” (CAMINHA; 2019, p. 158). Para Loewenstein, et al. (2001), as reações emocionais muitas vezes exercem uma influência dominante sobre o comportamento e frequentemente produzem respostas comportamentais que não parecem ser adaptativas. O medo pode promover diferentes reações, tais como: fazer o indivíduo pisar no freio quando está muito rápido; imobilizar quando há maior necessidade de força; causar insônia, úlceras, e deixar até com a boca seca e nervosismo no exato momento em que há maior premência, na clareza e na eloquência. A maioria das pessoas, portanto, pelo menos ocasionalmente, já experimentou suas próprias emoções como uma influência destrutiva que gostaria de poder desligar.

No contexto aeronáutico, Gannon (2009, p. 16-18), afirma que por muitos anos, se tinha a ideia de que a emoção não pertence a cabine da aeronave - os pilotos na cabine devem fazer seu trabalho de forma racional e eficiente, servindo como uma extensão do sistema da aeronave. Na verdade, os próprios pilotos podem ser os primeiros a afirmar que concordam e que a acomodação da emoção é um absurdo, o piloto racional deve ter “nervos de aço e não ter emoções”. Hoje, fica muito claro a importância das emoções e é uma necessidade real incluí-la na cabine da aeronave. Além disto, a realidade mostra que a emoção facilmente influencia o processo cognitivo (GANNON, 2009, p. 16-18)

Causse, et al. (2013, p. 273), diz que em uma fase de pouso, os processos cognitivos para a tomada de decisão são baseados em elementos racionais como, por exemplo, a componente máxima de vento cruzado para uma determinada aeronave. No entanto, as pressões emocionais podem alterar o raciocínio, movendo os critérios de tomada de decisão dos elementos racionais para os elementos subjetivos.

3 EMOÇÕES E OS PROCESSOS COGNITIVOS

A relação da emoção com a cognição tornou-se mais evidenciada, enfraquecendo o pensamento dualista reducionista de que “a emoção está no coração e a razão no cérebro”, afirmação que gera embate desnecessário para o bem-estar do indivíduo. Damásio (2000) afirma que, durante a maior parte do Século XX, a emoção não teve espaço no progresso científico, pois se julgava ser subjetiva demais. A emoção era considerada o oposto da razão, sendo esta, de longe, a mais refinada das capacidades humanas, e presumia-se que a razão era totalmente independente da emoção. Isto descaracterizava o modo como os românticos viam a humanidade, situando a emoção no corpo e a razão no cérebro.

Conforme analisado anteriormente na seção 2, as emoções geram comportamentos, posto que, quando sentido medo ou ansiedade, podem causar aceleração nos batimentos cardíacos, interferir no processo dos neurotransmissores e desencadear tomadas de decisão impulsivas que podem ou não estar em acordo com a razão.

Goleman (2012, p. 555) define que “o esgotamento é o ponto mais alto da curva de desempenho, inclusive ultrapassando a zona ótima, situação na qual o cérebro secreta demasiados hormônios de estresse que começam a interferir na capacidade de trabalhar, aprender, inovar, escutar e planejar de forma eficaz e eficiente”.

Para chegar nessa constatação, o autor explicou que mensurava a fisiologia das pessoas — monitorando o batimento cardíaco e a taxa de transpiração — enquanto elas assistiam a um filme que fora feito para inspirar lenhadores a usar dispositivos de segurança. Durante este filme, existia uma sucessão de acidentes e, à medida que estes iam acontecendo, os batimentos cardíacos e a taxa de transpiração aumentavam e chegavam aos valores altos (GOLEMAN, 2012).

O estudo acima descrito demonstra perfeitamente como as emoções influenciam fisiologicamente o corpo humano, seja no coração ou nas glândulas sudoríparas, por exemplo.

Cabanac (2002) afirma que é possível aceitar que a emoção — assim como outras experiências mentais — é o resultado da atividade nervosa ocorrendo no cérebro. Complementa explicando que, até o Século XVII, o coração era considerado a sede da alma e da emoção (COOP-PHANE, 1998, p. 70 apud CABANAC), provavelmente porque a taquicardia emocional é sentida durante algumas emoções.

Damásio (1996, p. 171) diz que as emoções são uma função da comunicação de significados para os outros, bem como desempenham um papel de orientação cognitiva. “As cognições são derivadas e influenciadas, portanto, pelas emoções” (CAMINHA, 2019, p. 157). Superadas tais questões, é imprescindível relacionar a emoção com os processos cognitivos.

Em voo, Bonner e Wilson (2002) afirmam que a carga de trabalho mental relatada e a frequência cardíaca (índice fisiológico de estresse mental) são maiores durante uma arremetida em comparação com outras fases de voo. Embora bastante treinado em simuladores de voo, este é um evento raro, os pilotos carecem de experiências prévias enquanto o perfil do voo deve ser rapidamente atualizado.

Durante a realização de suas tarefas, os pilotos podem presenciar alterações fisiológicas como as descritas acima. Em situações inesperadas e/ou de emergência, os pilotos podem ser tomados por emoções que vão influenciar no seu comportamento e julgamento, bem como na tomada de decisão. Na aviação, estas alterações fisiológicas são comumente conhecidas como *startle effect* (KOCH, 1999).

Koch (1999) define *startle* como uma contração rápida dos músculos faciais e corporais evocada por um estímulo tátil, visual ou acústico súbito e intenso. O padrão do *startle effect* consiste no fechamento das pálpebras com a contração dos músculos faciais, do pescoço e os esqueléticos, somados à interrupção de comportamentos contínuos e à aceleração da frequência cardíaca. Esse padrão de resposta é sugestivo de uma função protetora contra ferimentos ocasionados por um predador ou por um golpe, sendo a preparação para uma resposta de fuga/luta.

Essa preparação dita por Koch, antecede uma tomada de decisão. Tomar a decisão de lutar ou de fugir, de decolar ou não decolar durante condições meteorológicas adversas, descontinuar ou não a aproximação após se sentir desconfortável com certos parâmetros durante o procedimento para pouso, será feita com base nos estímulos presenciados naquele momento – de modo que a emoção terá papel importante na decisão a tomar.

Na aviação, há evidências que sugerem que o impacto psicomotor imediato do reflexo do *startle effect* pode induzir uma breve desorientação e deficiências psicomotoras de curto prazo que, por sua vez, provavelmente levarão a interrupções de tarefas

ou breve confusão mental. Por exemplo, essas interrupções podem estar associadas à perda de um item em um *checklist*³ ou em um procedimento de várias etapas, exigindo tempo para reorientação e retomada da tarefa (RIVERA et al., 2014).

Isen, Nygren e Ashby (1988) indicam estudos que demonstram que, em situações de decisão de risco, o afeto positivo pode estar associado a uma maior preferência por evitar perdas. Essa constatação ganha relevância, especialmente em situações que envolvem risco real ao invés de hipotético e em situações em que a probabilidade de perda ou a quantidade de perda potencial é alta. Anos depois, Isen (2001) resumiu algumas das evidências, sugerindo que, enquanto a situação é importante para a pessoa que deve tomar uma decisão, o afeto positivo facilita o processamento cognitivo sistemático/cuidadoso, tendendo a torná-lo mais eficiente e mais completo, assim como mais flexível e inovador.

Ademais, emoções desempenham um papel essencial para facilitar a alocação de recursos cognitivos para melhorar a qualidade da tomada de decisão (LOEWENSTEIN, 1996). Koch (1999) afirma que o desempenho após o *startle effect* inicial pode ser substancialmente afetado pelo tipo e adequação situacional de escolha e de execução da decisão da tripulação. A tomada de decisão pode ser significativamente prejudicada, especialmente nas funções que demandam mais do sistema cognitivo - essencial para fazer julgamentos sobre tarefas de voo complexas.

Existem dois tipos de processos cognitivos, os controlados e os automáticos. Os processos cognitivos controlados são frequentemente associados a um sentimento subjetivo de esforço, e normalmente ocorrem conscientemente. Como o processamento controlado é consciente, as pessoas geralmente têm um acesso introspectivo razoavelmente bom. Assim, se perguntarmos às pessoas como resolveram um determinado problema, muitas vezes elas fornecerão um relato bastante preciso de suas escolhas durante o processo. Este processo é usado para resolução de problemas e tomada de decisão (CAMERER; LOWENSTEIN; PRELEC, 2005).

Estes processos são mais complexos e demandam mais da capacidade cognitiva, por isso, relacionando com a fala supracitada de Koch (1999), eles tendem a ser afetados pela resposta emocional do *startle effect*, diminuindo a performance da tripulação nos momentos mais necessários. Isto pode ser exemplificado através de uma situação com múltiplas panes na aeronave, pois as panes em cadeia, em que cada pane leva à outra, são extremamente complexas e decerto demandam mais do potencial cognitivo dos pilotos.

Caminha (2019) diz que quando a emoção está ativa, ela atua por meio dos sentimentos e no sistema corpóreo-cognitivo, o que demanda recursos de memória compatíveis com a emoção ativada. Para Bauer e Weiner (2010, p. 107):

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

Deste modo, diante da alta demanda cognitiva, não sobra muita capacidade para o processamento das emoções. Por mais que as emoções sejam inconscientes, o processamento cognitivo continua usufruindo da capacidade máxima. Deste modo, nos casos de alta demanda cognitiva, as emoções podem fazer com que o piloto chegue ao ponto de esgotamento.

E, de acordo com Camerer; Lowenstein & Prelec (2005), os processos cognitivos automáticos atuam como o oposto dos processos cognitivos controlados, pois operam em paralelo, não estão associados a sentimento subjetivo de esforço algum e operam inconscientemente. Assim, como resultado, as pessoas têm pouco acesso introspectivo sobre o porquê das escolhas ou quais julgamentos automáticos foram feitos. Este tipo de processo demanda menos cognitivamente e, por isto, sobra capacidade cognitiva para processar as emoções. Assim, pode-se dizer que os processos cognitivos automáticos são menos afetados ou influenciados pelas emoções do que os processos cognitivos controlados.

Segundo Reason (1997, p. 69), os processos cognitivos controlados ou conscientes são restritos em capacidade, lentos, sequenciais, trabalhosos e propensos a erros, mas são potencialmente muito inteligentes. Em que pese este seja o modo usado para prestar atenção em algo, a atenção é um recurso limitado, pois quando se está focado em uma única coisa, necessariamente a atenção será retirada de outras coisas. Ainda, reitera que os processos cognitivos automáticos ou inconscientes são virtualmente ilimitados em sua capacidade. Por serem muito rápidos, funcionam em paralelo - isto é, fazem muitas funções ao mesmo tempo em vez de uma seguida da outra.

Pettinelli (2007, p. 1) questiona de modo retórico, se alguém está sentindo alguma emoção, isto significa que esta pessoa está pensando menos? E a resposta é que provavelmente sim, pois na medida em que o cérebro está sendo ocupado pelo sentimento, há menos capacidade cognitiva de pensar de forma lógica. Isso explica o porquê de, nos casos emocionais extremos, que levam a pessoa a chorar, ela mal consegue pensar ou ter algum tipo de raciocínio. Frisa-se que isso não significa que as

³ *Checklist* - um auxiliar de memória e ajuda a garantir que itens críticos necessários para a operação segura da aeronave não sejam negligenciados ou esquecidos (FAA, 2021).

peessoas, quando emotivas, sejam menos inteligentes, mas apenas que elas desempenham menos raciocínios lógicos e processos cognitivos durante os momentos em que estão emocionadas.

Ainda, Reason (1997, p. 70) definiu o controle de desempenho baseado em regras (*rule-based*) como uma composição entre os processos cognitivos controlados e os automáticos, sendo diretamente utilizado em treinamento. Assim, o *rule-based* é aplicado quando se percebe uma necessidade de modificar o comportamento pré-programado porque tem que considerar alguma mudança na situação. É provável que a situação seja um problema já passado ou com o qual já houve treinamento para lidar ou que é coberto pelos procedimentos operacionais. São aplicadas regras memorizadas ou escritas do tipo “se a situação x acontecer, será necessário fazer as ações y”.

Ao aplicar essas regras na operação, combina-se os processos cognitivos automáticos e controlados. Os automáticos com os sinais e sintomas do problema sob alguma estrutura de conhecimento previamente armazenada, e os controlados (conscientes) para verificar se esta solução é apropriada ou não (REASON, 1997, p. 70).

Damásio (1996) demonstra a importância de ser consciente nas tomadas de decisão. Diz que a consciência proporciona uma estratégia de proteção ampliada. Sugere que se siga tal pensamento: “se você descobrir que a situação X está lhe causando medo, você tem duas opções de como se comportar: a primeira é inata e inconsciente, bem como não é específica de X, consistindo de um comportamento genérico que pode ser causado por muitos seres, objetos e circunstâncias; a segunda baseia-se na sua própria experiência e é específica de X, sendo que o conhecimento de X permite que ele pense no futuro e preveja a probabilidade de sua presença em um determinado ambiente, o que permitirá evitar X antes do tempo, em vez de ter que reagir à sua presença em uma emergência” (DAMÁSIO, 1996, p. 174).

Para que se tenha conhecimento prévio sobre uma determinada situação é necessário que se tenha uma vivência anterior desta, e uma das possibilidades é o treinamento, que será abordado na seção 5 deste artigo.

Mesmo que as decisões sejam tomadas de acordo com um conjunto de regras, ou um padrão, elas podem ser influenciadas por processos cognitivos automáticos, causando alterações na capacidade de julgamento da tripulação (BAUER, 2020). Os processos cognitivos automáticos podem fazer com que se tome uma decisão sem antes pensar de forma consciente sobre o problema. Estes processos são necessários e os treinamentos com cenários específicos e consolidação do padrão ajudam a torná-los processos cognitivos automáticos mais confiáveis.

A tomada de decisão *rule-based* é usada extensivamente por pilotos em formação que aprendem padrões procedimentais para situações frequentes ou de alto risco. Não obstante, estes procedimentos também são úteis para pilotos experientes. Por exemplo, se os pilotos memorizaram o procedimento para lidar com fogo no motor, então eles não precisam pensar no que precisa ser feito para cortar o motor e extinguir o fogo. Isso permite que eles reajam rapidamente à situação e que pensem ou prestem atenção em outros fatores importantes, como o local onde pousar. Com a prática, tais regras se tornam um processo cognitivo automático e o padrão memorizado pode ser recuperado da memória com pouco esforço consciente, se tornando, efetivamente, uma tomada de decisão intuitiva. Esta é a razão pela qual os pilotos em formação precisam dedicar tanto tempo para aprender e praticar os procedimentos operacionais padrão e os de emergência (FLIN; O’CONNOR; CRICHTON, 2008, p. 52), e explica o fato de a aviação requerer um considerável número de memorizações.

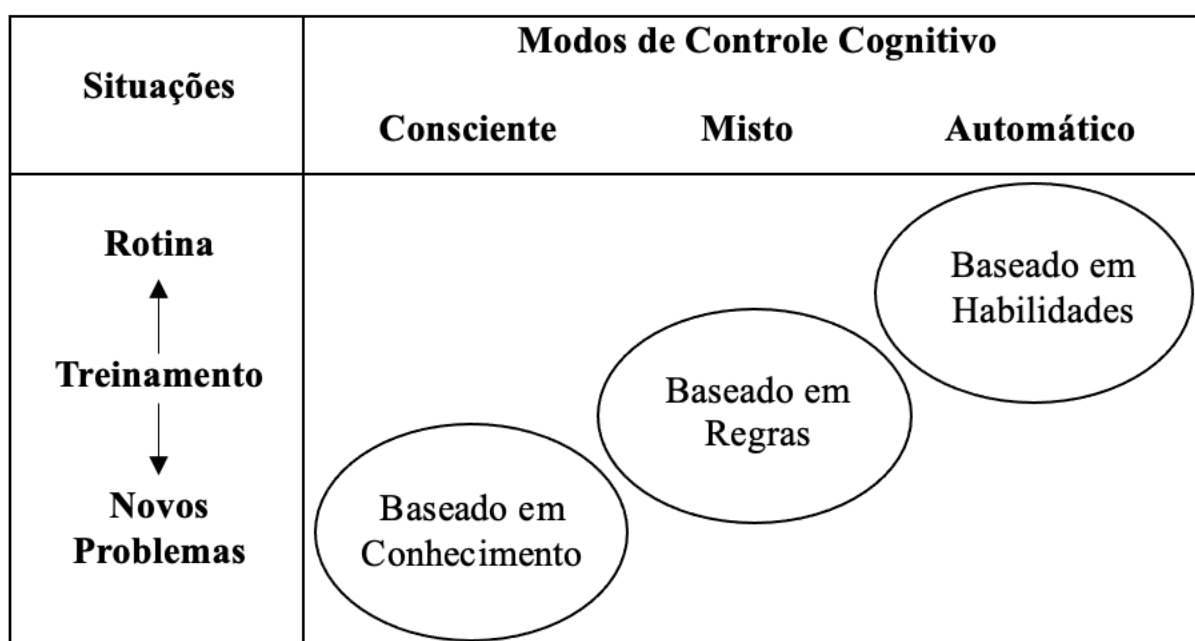


Figura 1 - Localização dos três níveis de desempenho dentro de um espaço disponível para processos cognitivos, definido pelo modo dominante de controle de ação e a natureza da situação. (REASON, 1997, p. 69, tradução nossa).

Levando em consideração a Figura 1, vê-se que as situações rotineiras estão ligadas aos processos cognitivos automáticos. Na aviação, isso ocorre frequentemente em rotinas operacionais, nas quais as situações são treinadas e estudadas pelos pilotos de forma que todas as suas ações, desde o acionamento do motor até o corte após o pouso, sejam feitas em ordem e de forma agilizada. Aliado a isto, existem os *checklists* com a função de checar se algum item foi esquecido.

Outro interessante exemplo aplicado à aviação são os chamados *Memory Items* – conjunto de diversos procedimentos que devem ser memorizados para aplicação mais rápida em emergências. Além de contribuírem para o tempo, que é um fator crucial em situações urgentes, também contribuem para uma menor influência das emoções durante a execução.

Ao abordar as estratégias de controle cognitivo, Driskell e Johnston (1998, p. 201) incluem um número de estratégias de enfrentamento que possuem o propósito de fornecer ao indivíduo em formação o controle sobre pensamentos distrativos ou disfuncionais, e sobre emoções que surgem nas condições de estresse. A ênfase primária dessas intervenções é substituir cognições negativas ou distrativas por cognições focadas na tarefa. A principal técnica utilizada na reestruturação cognitiva é o treinamento de indivíduos para reconhecer pensamentos e emoções irrelevantes ao desempenho da tarefa e substituí-los por cognições focadas mais adequadas.

4 ANTECIPAÇÃO DAS EMOÇÕES NO PROCESSO DECISÓRIO

A antecipação das emoções é um tema importante e com alta influência no processo decisório. Como antes abordado, tanto as emoções sentidas no momento da tomada de decisão (*Anticipatory Emotions*), quanto aquelas sentidas quando pensamos sobre as consequências da decisão tomada (*Anticipated Emotions*) possuem extrema relevância no processo decisório.

Loewenstein et al. (2001, p. 268) definem *Anticipatory Emotions* como “reações viscerais imediatas aos riscos e incertezas” (a exemplo do medo, da ansiedade e do pavor). Já as *Anticipated Emotions* são definidas como “não experimentadas no presente imediato, mas que se espera que sejam experimentadas no futuro”.

Anticipated Emotions são, então, emoções que se espera que ocorram quando os resultados são experimentados, e não no momento da decisão. O processo de tomada de decisão nessas teorias ainda é modelado como a tarefa implicitamente cognitiva, de prever a natureza e a força das emoções futuras em resposta a possíveis resultados de decisão, e ponderá-los de acordo com sua probabilidade de ocorrência (LOEWENSTEIN et al., 2001, p. 269).

Há momentos nos quais as pessoas temem que um evento futuro indesejável possa acontecer, ou esperam que não aconteça e imaginam os comportamentos que podem realizar para evitar o perigo iminente, de modo a visualizar seu alívio ou alegria quando o resultado negativo não se materializa. Nessa situação, há a projeção do resultado da tomada de decisão sob a perspectiva do sentimento de possível arrependimento. Todas essas reações afetivas relacionadas aos eventos futuros podem influenciar o comportamento direcionado aos objetivos. (BAUMGARTNER, et al., 2008, p. 685).

Anticipatory Emotions são também emoções sentidas no presente, quando se pensa sobre uma experiência futura (HALLFORD et al., 2020 p. 3). Não obstante, *Anticipated Emotions* não envolvem incerteza alguma, uma vez que se baseiam na suposição, por meio da simulação mental de que o evento futuro já aconteceu ou não acontecerá. Deste modo, a pessoa imagina o quão bom ou ruim seria experimentar certos resultados, partindo da hipótese de que o evento futuro imaginado realmente ocorreu. Na medida em que a probabilidade é considerada, ela se diferencia da emoção em si (BAUMGARTNER, et al., 2008, p. 686).

Posto isto, *Anticipated Emotions* são fatores mais fortes nas intenções de realizar um comportamento, enquanto *Anticipatory Emotions* são fatores mais fortes nas auto previsões sobre qual comportamento será realmente realizado em determinada situação (CARRERA, CABALLERO & MUÑOZ, 2012).

Esse ensaio mental é influenciado pelas experiências e pelos acontecimentos prévios, preferencialmente ocorridos durante um treinamento, em ambiente controlado de simulação de voo. Isto ajuda a criar padrões e a preparar o piloto para momentos de tomada de decisão. Nessa experiência é oportuno que os instrutores de voo demonstrem as consequências das diferentes situações emergenciais, para que assim, os pilotos consigam se antecipar projetando-as durante as operações reais.

Pesquisas e teorias sobre a aprendizagem através da análise de erros avançaram devido à percepção de que a reflexão acerca dos erros é essencial para a obtenção de uma melhor resposta. Em conjunto com a análise atual, Roese (1997, p. 135) sugere que as emoções têm o potencial de conduzir as lições de casa, em parte porque estimulam a reflexão cognitiva. O afeto negativo sinaliza ao organismo que um problema precisa ser retificado, e o pensamento contrafactual (entre outros mecanismos cognitivos) é mobilizado para enfrentar o problema. O pensamento contrafactual pode ser funcional se levar a *insights* sobre comportamentos mais apropriados e a ações que corrijam os problemas do indivíduo.

Pensamentos contrafatuais são representações mentais de alternativas ao passado e produzem consequências que são benéficas e aversivas para o indivíduo. Esses efeitos, aparentemente contraditórios, estão integrados em um modelo funcionalista de Pensamento Contrafactual (ROESE, 1997, p. 133). Das “emoções negativas” se presumem resultados ruins, como fracassos. Mudar tudo, na maioria dos casos, não seria pragmaticamente possível e nem necessário – em vez disso, é mais provável que a pessoa identifique uma ou duas coisas que foram feitas erradas e corrija esses erros para a próxima vez. Nesse caso, o exame dos detalhes seria útil para identificar o conjunto de causas do problema. Por outro lado, se o resultado foi um sucesso, não há

necessidade de se concentrar em detalhes específicos. Em vez disso, a preservação de toda a sequência é, provavelmente, uma lição útil e adaptável para a próxima vez (BAUMEISTER *et al.*, 2007, p. 185).

Importante é destacar as aspas colocadas em “emoções negativas”, pois estas emoções, embora negativas, geraram consequências positivas ao agilizar e aprimorar o processo de aprendizagem. Apesar de ser o termo usado, as emoções consideradas negativas podem ser positivas quando analisadas sob o prisma das consequências geradas. Portanto, todas as emoções são necessárias e todas têm motivos de serem sentidas – assim, positivo e negativo, neste caso, deveriam ser em relação às consequências e não às emoções em si. Com isto, Caminha (2019, p. 96) optou por denominar as emoções como agradáveis e desagradáveis, ao invés de considerar o conceito de emoções positivas e negativas, com as quais não concorda.

5 FIDELIDADE COGNITIVA NO TREINAMENTO DE PILOTOS

Bauer e Weiner (2010, p. 98) afirmam que os pilotos que adquiriram experiência profissional e estão familiarizados com os procedimentos técnicos e operacionais podem achar que suas respostas diferem daquelas que normalmente dão em situações estressantes, tanto em termos de tomada de decisão, componente essencial da aviação, quanto em outros processos cognitivos, como atenção e memória.

O treinamento surge como uma ferramenta para tentar aperfeiçoar as habilidades não técnicas e amenizar a interferência emocional, principalmente em momentos de *startle effect* e emergência. O treinamento também é aplicado em momentos normais da operação, nas rotinas operacionais e todo o *background* de documentos que os pilotos dispõem, como por exemplo, o SOP⁴ (*Standard Operating Procedures*), MGO⁵ (*Manual Geral de Operações*), entre outros. Visando diminuir o fator surpresa da operação, espera-se que, à medida que o aluno progrida, ele possa adquirir novas habilidades e realizar com maior facilidade determinadas tarefas atribuídas em cada exercício. Pela experiência adquirida ao longo do seu treinamento, uma nova tarefa torna-se mais fácil do que aquela que foi proposta anteriormente (SANTOS; SILVEIRA; 2019).

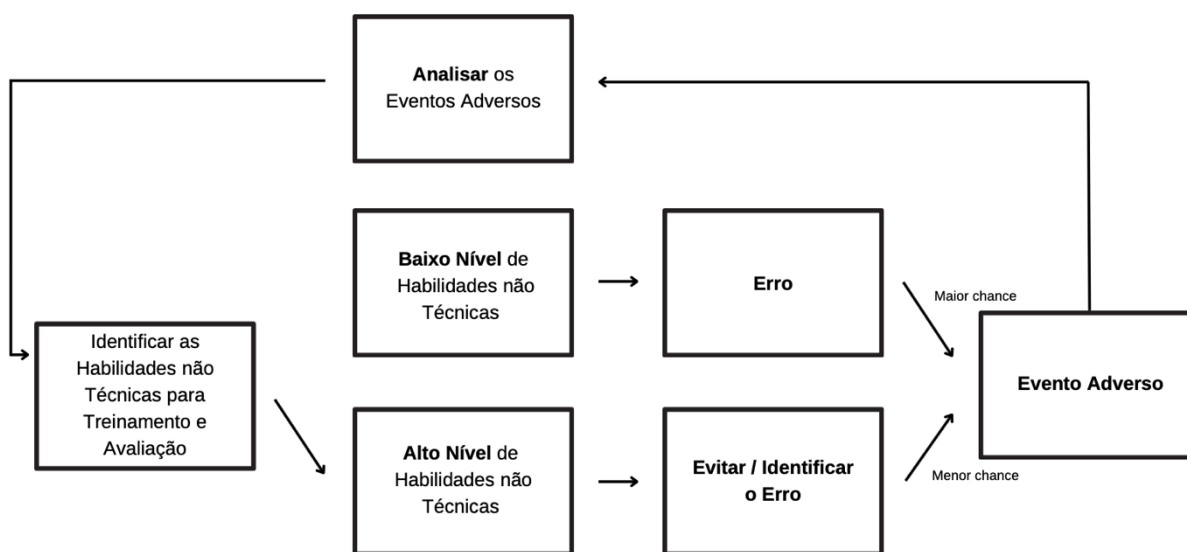


Figura 2 - Relação entre habilidades não técnicas e eventos adversos. (FLIN; O’CONNOR; CRICHTON 2008, tradução nossa).

Entenda-se eventos adversos como um incidente, ou até acidente, com danos materiais consideráveis, lesões ou mortes de indivíduos (FLIN; O’CONNOR; CRICHTON, 2008, p. 6). É importante ter consciência de que as habilidades não técnicas já foram identificadas como fatores contribuintes para vários acidentes, e por isso merecem atenção (FLIN; O’CONNOR; CRICHTON, 2008, p. 18). Flin, O’Connor e Crichton (2008) dizem que analisar e aprender com os eventos adversos pode resultar em novos conhecimentos sobre as habilidades não técnicas e sobre os comportamentos que influenciam estes eventos. Como mostra a Figura 2, estas informações devem ser realimentadas no sistema de treinamento, além de serem usadas para direcionar avaliações regulares a partir de observações e auditorias do comportamento operacional.

Na operação aérea, a tomada de decisão segue diretrizes pré-determinadas, e o seu treinamento exige conhecimento prévio dos procedimentos operacionais. Esse treinamento pode ser feito em várias etapas da preparação do tripulante, por exemplo, o treinamento teórico (*Ground School*), o treinamento prático (*In Flight*) e a simulação de voo. Durante a formação técnica e

⁴ SOP - é um documento que contém e padroniza os procedimentos operacionais normais e de emergência utilizados para operar um determinado modelo de aeronave em uma empresa aérea.

⁵ MGO – é um documento com a finalidade de estabelecer as práticas operacionais requeridas por uma empresa aérea regida por um determinado Regulamento Brasileiro de Aviação Civil e legislações complementares.

operacional dos pilotos é acrescentada ao treinamento a simulação de situações complexas para a resolução de problemas, sendo que nela o piloto treina procedimentos específicos já definidos para cada situação. Este treinamento tanto pode ser feito em condições reais como simuladas para a sua instrução (BAUER; WEINER, 2010).

A vantagem de treinar situações de emergência em simuladores de voo é a possibilidade de criação de cenários específicos sem colocar em risco os tripulantes e a própria aeronave, aumentando a transferência de treinamento. Santos e Silveira (2019) afirmam que a escolha do tipo de simulador ou da fidelidade para o treinamento que se deseja, se torna possível por meio do planejamento de programas de treinamento com objetivos claramente definidos.

Geralmente, quando se pensa em simuladores de voo e treinamento de pilotos, associa-se à fidelidade física deste simulador, ou seja, o quão realista e parecido este simulador é com a aeronave real. Além disto, é comum que se dê mais atenção ao simulador do que ao instrutor de voo. Sobre o assunto, Helmreich et. al. (1999) dizem que os instrutores e avaliadores precisam de treinamento especial tanto para avaliar e reforçar os conceitos quanto para relacioná-los a comportamentos específicos.

Santos e Silveira (2019) concluem que, à medida que a tecnologia avança, mais das habilidades não técnicas serão exigidas dos pilotos, como a capacidade de gerenciar automação, de se comunicar com outros tripulantes, de tomar decisões e resolver problemas. Isto demonstra a necessidade de o treinamento também ter uma fidelidade cognitiva de acordo com os objetivos definidos, a fim de incluir as habilidades não técnicas, as emoções e o *startle effect* neste treinamento.

Os autores supracitados elucidam que “a fidelidade cognitiva depende de uma relação entre as tarefas que se pretende que o aluno realize, em conjunto com os processos cognitivos necessários para a realização destas” (SANTOS; SILVEIRA, 2019, p. 28). E o treinamento, como o *Line Oriented Flight Training* (LOFT) e o *Crew Resources Management* (CRM) têm este foco.

Butler (1993) afirma que o Treinamento em CRM e o LOFT são sistemáticos e destinam-se a simular situações de problemas reais que exigem boas habilidades da tripulação para a resolução e a tomada de decisões eficazes. É melhor que os cenários de LOFT sejam projetados de modo que não sejam apenas operacionalmente relevantes, mas também sejam um bom teste das habilidades de trabalho em equipe da tripulação da cabine. Frisa-se que um equívoco encontrado periodicamente é o entendimento de que o LOFT deve incluir o aumento contínuo da carga de trabalho até que a tripulação esteja sobrecarregada (BUTLER, 1993). Todavia, além dessa não ser a intenção do LOFT, pode ainda anular o seu real propósito.

Em ambiente simulado, torna-se possível a criação de cenários de voos que estimulem, especialmente, as habilidades não técnicas, elevando o nível da fidelidade cognitiva do treinamento. Nas palavras de Bauer e Weiner (2010, p. 109):

A simulação da operação aérea é um instrumento de treinamento reconhecidamente importante, permite ao tripulante o exercício de situações de emergências que não poderiam ser treinadas na operação real, dados os elevados riscos e custos da atividade.

Assim, a repetição de diversas situações adversas em ambiente de simulador de voo possibilita que o piloto sofra cada vez menos influência emocional. Por se tornar algo conhecido, o piloto terá melhor controle sobre suas emoções e, por conseguinte, melhores serão as tomadas de decisão, a comunicação, entre outras habilidades não técnicas.

Além disto, com o objetivo de identificar ameaças na operação, também é possível avaliar a performance da tripulação durante o voo real, por meio da *Line Operations Safety Audit* (LOSA). De acordo com o DOC 9803 da *International Civil Aviation Organization* (ICAO), LOSA é proposta como uma estratégia organizacional crítica destinada a desenvolver contramedidas a erros operacionais. É uma ferramenta organizacional utilizada para identificar ameaças à segurança da aviação, minimizar riscos que tais ameaças podem gerar e implementar medidas para gerenciar o erro humano em contextos operacionais (ICAO, 2002).

Esta ferramenta deve reconhecer a inevitabilidade do erro e concentrar-se no *Threat and Error Management* (TEM) Model, em estratégias para reduzir as consequências dos erros e mitigar estados indesejados. Os dados obtidos durante a aplicação da LOSA podem ser usados para melhorar o LOFT e o próprio Treinamento em CRM, dessa forma garantindo que as tripulações encontrem os tipos de ameaças no ambiente simulado que são mais comuns nas operações aéreas. Em que pese o impacto operacional do LOFT deva ser aprimorado, os dados da LOSA ajudam neste sentido, e demonstram claramente como os comportamentos centrais do CRM servem para evitar riscos e gerenciar erros (HELMREICH et al, 1999)

A LOSA usa observadores especializados e altamente treinados para coletar dados sobre o comportamento da tripulação em voos “normais”. As auditorias são conduzidas sob condições estritas, sem risco. Logo, as tripulações de voo não são responsabilizadas por suas ações e pelos erros que são observados. Durante os voos que estão sendo auditados, os observadores registram e codificam potenciais ameaças à segurança de voo, como estas são abordadas, os erros que tais ameaças geram, como as tripulações gerenciam estes erros e comportamentos específicos já conhecidos por estarem associados a acidentes e incidentes anteriores (ICAO, 2002).

Os dados da LOSA fornecem uma imagem das operações normais e permitem a estimativa dentro das organizações do grau de risco associado a determinados ambientes, frotas ou tipos de manobras. As diferenças demonstradas entre as organizações e as frotas têm várias implicações importantes - as organizações ou empresas não podem assumir que sua operação corresponderá

a dados normativos da indústria. Inclusive, na mesma organização, as frotas envolvidas em operações comparáveis podem diferir amplamente, manifestando suas próprias subculturas (HELMREICH *et al*, 1999).

A LOSA está estreitamente ligada ao Treinamento em CRM. Como o CRM contemporâneo é essencialmente um treinamento de gerenciamento de ameaças e erros para o pessoal operacional, os dados obtidos pela LOSA servem de realimentação para a formulação do treinamento, com foco no Modelo TEM (ICAO, 2002).

Khoshkhoo, Goodarzi, Sharafbafi, (2011) definem ameaças como condições externas incontroláveis para a tripulação de voo e que devem ser gerenciadas por eles. As ameaças têm o potencial de comprometer a segurança do voo e são classificadas em dois tipos: as esperadas (como tempestades), que podem ser antecipadas pela tripulação de voo; e as inesperadas (como erro de carregamento de carga por pessoal de terra), que ocorrem repentinamente e não há aviso prévio para a tripulação de voo.

Durante a aplicação da LOSA, é possível identificar tais ameaças e gerenciá-las, podendo, por exemplo, criar um banco de dados de tais ameaças inesperadas. Assim, torna-se possível diminuir o nível de surpresa destes acontecimentos e, conseqüentemente, melhorar a relação dos pilotos frente às situações.

No momento em que situações como essas não podem ser identificadas por sistemas integrados à aeronave, como o *Flight Operational Quality Assurance* (FOQA) ou o *Digital Flight Data Recorder* (DFDR), por exemplo, resta demonstrar a importância da LOSA. Embora forneça informações sobre a frequência das excedências e os locais onde ocorrem, as leituras não fornecem informações sobre os comportamentos humanos que foram precursores dos eventos (ICAO, 2002). Como pode-se observar, através do estudo do CRM, com a inclusão e o reconhecimento sobre a importância das habilidades não técnicas nas operações aéreas, ferramentas foram delineadas aumentando consideravelmente a segurança operacional.

Reason (1997) questiona e ressalta a importância da tarefa (ou situação) ser coberta por procedimentos ou treinamentos. As ações humanas só podem ser compreendidas dentro de um contexto que, neste caso, é uma tarefa ou situação de trabalho. Embora a maioria das situações, dentro de sistemas bem estabelecidos, sejam antecipadas de uma forma ou de outra no treinamento, às vezes surgem situações totalmente novas em que as pessoas devem improvisar um curso de ação adequado com base no processamento cognitivo controlado. Nestes casos, quando os indivíduos são altamente habilitados e experientes, existem maiores chances de as respostas serem satisfatórias à situação. Na maioria dos casos, no entanto, as probabilidades são muito mais baixas.

O objetivo principal do treinamento é a aquisição e a retenção de habilidades. Por isso, a maioria dos treinamentos ocorre em condições projetadas para maximizar o aprendizado: uma sala de aula silenciosa e a prática de procedimentos de tarefas sob condições previsíveis (DRISKELL; JOHNSTON, 1998).

Contudo, certos treinamentos específicos precisam ser feitos em ambientes estressantes para melhor se aproximarem das condições reais que serão encontradas. McClernon et al. (2011) afirmam que a capacidade de lidar com os efeitos do estresse, particularmente no desempenho cognitivo, é claramente importante para as pessoas que trabalham em ambientes complexos e de alto risco, como a aviação. Assim como se espera que os indivíduos em condição de alto estresse tenham pior desempenho em suas tarefas do que em condição de estresse moderado (JOHNSTON; POIRER; SMITH-JENTSCH, 1998).

Driskell e Johnston (1998) definem ambientes de alto estresse como aqueles que incluem as condições específicas da tarefa (como pressão contra o tempo, ambigüidade, aumento da carga de trabalho, distrações) e exigem respostas específicas (como a flexibilidade para se adaptar a mudanças ambientais novas e contingências) que diferem daquelas encontradas no ambiente de desempenho normal. Isto demonstra que, sob certas condições, a transferência de treinamento das condições de sala de aula às condições operacionais pode ser ruim quando não há simulações ou treinamentos com a inclusão de estresse.

Durante o estudo, McClernon, et al. (2011) concluíram que os participantes treinados em estresse no simulador de voo, posteriormente voaram melhor e de forma mais suave a aeronave, conforme registrado pelos dados de telemetria. Isto posto, foram demonstrados os vários treinamentos existentes aplicados em diferentes organizações, bem como que o treinamento para o desenvolvimento de habilidades não técnicas deve ser um processo sistemático que permita a criação de um ambiente de disseminação destas habilidades, necessárias para melhorar o desempenho da operação (FLIN; O'CONNOR; CRICHTON, 2008).

6 CONCLUSÃO

De acordo com os objetivos propostos para o artigo, os temas abordados evidenciaram a importância e o papel das emoções nos processos cognitivos e nas habilidades não técnicas dos pilotos. O conceito de emoção é multidimensional e este artigo apresentou alguns aspectos relacionados com pesquisas sobre o tema, desmistificando a tendência popular de separar emoção da razão.

Por fazer as pessoas “congelarem” em situações de medo e perigo extremo e até desencadear atitudes que jamais seriam feitas em situações normais, destaca-se a importância de saber gerenciar as emoções através de treinamento específico para habilidades não técnicas e em ambiente que possa proporcionar uma fidelidade cognitiva. Além disto, depreende-se, a importância de tripulantes e gestores terem noção da influência das emoções e do quão suscetíveis todos estão a elas, uma vez que é algo intrínseco ao ser humano.

Aprofundou-se nos dois tipos de processos cognitivos. Os processos controlados, que exigem mais recursos cognitivos e controle consciente, geralmente usados para resolução de problemas mais complexos e os processos automáticos que são realizados sem o controle consciente e que consomem menos recursos cognitivos. O ser humano possui recursos cognitivos limitados e as emoções influenciam mais significativamente os processos controlados do que os automáticos.

Por este motivo, destacou-se a importância do treinamento para a estimulação dos processos cognitivos automáticos em pilotos, por meio do auxílio de memorizações de rotinas operacionais e de procedimentos de emergência, os chamados *Memory Items*. A memória é um processo cognitivo que pode ser afetada pelas emoções e por isso, deve-se assegurar que certos procedimentos e ações estejam devidamente consolidados, garantindo que eles sejam aplicados de forma rápida e eficaz em momentos de *startle effect*.

No decorrer do artigo, foi possível analisar que, além das emoções sentidas em um exato momento presente, chamadas de *Anticipatory Emotions*, existem também as emoções projetadas, sentidas em certas situações futuras, chamadas de *Anticipated Emotions*, igualmente capazes de guiar a tomada de decisão. Ademais, identificou-se a importância do treinamento para diminuir a influência das emoções, do fator surpresa ou *startle effect* de certas situações e, assim, tornar os pilotos mais preparados.

Treinamentos em CRM em uma sala de aula, de forma a introduzir conceitos necessários para um bom gerenciamento das habilidades não técnicas, são muito bem-vistos e necessários nos dias de hoje. À medida em que o tempo passa, estes conceitos vão se tornando de conhecimento geral por parte dos pilotos e muitos têm contato com tais treinamentos desde sua formação inicial.

Contudo, o CRM passou e ainda passará por aperfeiçoamentos, de modo que o próprio fato de ser estudado periodicamente pelos pilotos na empresa aérea mostra sua real importância para a operação aérea. Os treinamentos não se limitam a salas de aula, pois abrangem desde os simuladores de voo até os voos reais. Nesse sentido, o LOFT é uma maneira de se aplicar cenários reais, e sem exageros, em simuladores de voo para avaliar e aprimorar as habilidades técnicas e não técnicas dos pilotos.

Os simuladores possuem a vantagem de possibilitar a aplicação de cenários ou situações as quais não seriam possíveis de serem realizadas em voos reais devido ao alto risco de acidente e, conseqüentemente, perdas humanas e materiais. Como visto, cenários de alta complexidade e estressantes são bem-vindos em simuladores de voo e, em certas partes do treinamento, com o intuito de não limitar a avaliação de desempenho dos pilotos a situações normais e controladas. Estes cenários são obtidos através de auditorias LOSA, experiências passadas e são armazenadas em bancos de dados, aumentando a fidelidade e a transferência de treinamento.

Em voo, a aplicação de auditorias LOSA vem se mostrando uma ótima forma de identificar ameaças durante operações normais, devendo estas serem armazenadas em bancos de dados para posteriormente serem analisadas e tomadas medidas mitigatórias por meio de utilização do conceito TEM. Destarte, justifica-se tal estudo através dos benefícios que as informações apresentadas trarão aos pilotos, uma vez que, ao ter clareza sobre a necessidade do seu gerenciamento emocional, passarão a entender certas situações durante os seus voos e, assim, tomarão as melhores decisões.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). Regulamento Brasileiro de Aviação Civil: RBAC n. 61: Licenças, Habilitações e Certificados para Pilotos. Emenda 13. Brasília, Brasil, 2020.
- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). Regulamento Brasileiro de Aviação Civil: RBAC n. 119: Operadores de Transporte Aéreo Público. Emenda 8. Brasília, Brasil, 2021.
- BAUER, Rosana Conceição; WEINER, Ricardo. Estratégias cognitivas aplicadas à prevenção de acidentes aeronáuticos. *Revista Conexão SIPAER*, v. 2, n. 1, p. 97-129, 2010.
- BAUER, Rosana. *Psicologia aplicada à aviação: um instrumento essencial para a segurança de voo*. Abordagem cognitivo-comportamental. 1. ed. Editora Oikos, 2020.
- BAUMEISTER, Roy F. et al. How emotion shapes behavior: Feedback, anticipation, and reflection, rather than direct causation. *Personality and social psychology review*, v. 11, n. 2, p. 167-203, 2007.
- BAUMGARTNER, Hans; PIETERS, Rik; BAGOZZI, Richard P. Future-oriented emotions: Conceptualization and behavioral effects. *European Journal of Social Psychology*, v. 38, n. 4, p. 685-696, 2008.
- BONNER, Malcolm A.; WILSON, Glenn F. Heart rate measures of flight test and evaluation. *The International journal of aviation psychology*, v. 12, n. 1, p. 63-77, 2002.
- BUTLER, Roy E. *LOFT: Full-mission simulation as Crew Resource Management Training*. 1993.
- CIVIL AVIATION AUTHORITY (CAA). *Flight crew human factors handbook*, UK, 2016. Disponível em: <https://publicapps.caa.co.uk/modalapplication.aspx?appid=11&mode=detail&id=6480>. Acesso em: 18 fev. 2022.
- CABANAC, Michel. What is emotion? *Behavioural processes*, v. 60, n. 2, p. 69-83, 2002.
- CAMERER, Colin; LOEWENSTEIN, George; PRELEC, Drazen. Neuroeconomics: How neuroscience can inform economics. *Journal of economic Literature*, v. 43, n. 1, p. 9-64, 2005.
- CAMINHA, Renato Maiato. *Darwin para terapeutas: socialização, emoções, empatia e psicoterapia*. Editora Sinopsys, 2019.

- CARRERA, Pilar; CABALLERO, Amparo; MUNOZ, Dolores. Future-oriented emotions in the prediction of binge-drinking intention and expectation: the role of anticipated and anticipatory emotions. *Scandinavian journal of psychology*, v. 53, n. 3, p. 273-279, 2012.
- CAUSSE, Mickaël et al. The effects of emotion on pilot decision-making: A neuroergonomic approach to aviation safety. *Transportation research part C: emerging technologies*, v. 33, p. 272-281, 2013.
- COLANTUONO, Fernando. *Pane Inteligência Aérea: O Sucesso da sua "operação" depende das suas decisões* (Portuguese Edition) (p. 27). 1. ed. Novvus3 Editora, Kindle Edition, 2020.
- DAMÁSIO, António. *O erro de Descartes: Emoção. Razão e o Cérebro Humano*. São Paulo: Companhia das Letras, Kindle Edition, 1996.
- DAMÁSIO, António. *O mistério da consciência: do corpo e das emoções ao conhecimento de si*. São Paulo: Companhia das Letras, 2000.
- DRISKELL, James E.; JOHNSTON, Joan H. *Stress exposure training*. 1998.
- FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION (FAA). *Aviation Supplies & Academics. Airplane Flying Handbook: FAA-H-8083-3C*. Aviation Supplies & Academics, Incorporated, 2021.
- FLIN R.; MARTIN, L.; GOETERS, K.; HOERMANN, J.; AMALBERTI, R.; VALOT, C.; NIJHUIS, H. Development of the NOTECHS (Non-Technical Skills) system for assessing pilots' CRM skills. *Human Factors and Aerospace Safety*, 3, 95-117, 2003. FLIN, Rhona; O'CONNOR, Paul; CRICHTON, Margaret. *Safety at the sharp end: a guide to non-technical skills*. CRC Press, 2008.
- GANNON, Aaron J. *16.1 Flight Deck Aesthetics and Pilot Performance: New Uncharted Seas*. *Handbook of Aviation Human Factors*, 2. ed., 2009.
- GIL, Antonio Carlos. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6. ed. Editora Atlas SA, 2008.
- GOLEMAN, Daniel. *O cérebro e a inteligência emocional: novas perspectivas*. Objetiva, Kindle Edition, 2012.
- HALLFORD, D. J.; FARRELL, H.; LYNCH, E. *Increasing Anticipated and Anticipatory Pleasure through Episodic Thinking*. Emotion. Inpress. 2020.
- HELMREICH, Robert L.; KLINECT, James R.; WILHELM, John A. Models of threat, error, and CRM in flight operations. In: *Proceedings of the tenth international symposium on aviation psychology*. p. 677-682. 1999.
- INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION (ICAO). *Line Operations Safety Audit (LOSA)*. 1. ed. Montreal: Author, 2002.
- ISEN, Alice M. An influence of positive affect on decision making in complex situations: Theoretical issues with practical implications. *Journal of consumer psychology*, v. 11, n. 2, p. 75-85, 2001.
- ISEN, Alice M.; NYGREN, Thomas E.; ASHBY, F. Gregory. Influence of positive affect on the subjective utility of gains and losses: it is just not worth the risk. *Journal of personality and Social Psychology*, v. 55, n. 5, p. 710, 1988.
- JOHNSTON, Joan H.; POIRER, John; SMITH-JENTSCH, Kimberly A. *Decision making under stress: Creating a research methodology*. 1998.
- KHOSHKHOO, R.; GOODARZI, F.; SHARAFBAFI, F. Evaluation and Enhancing of Operational Performance and Training Objective in Accordance with Line Operations Safety Audit (LOSA). In: *64th. annual International Air Safety Seminar (IASS)*. 2011.
- KOCH, Michael. The neurobiology of startle. *Progress in neurobiology*, v. 59, n. 2, p. 107-128, 1999.
- LOEWENSTEIN, George F. et al. Risk as feelings. *Psychological bulletin*, v. 127, n. 2, p. 267, 2001.
- LOEWENSTEIN, George. Out of control: Visceral influences on behavior. *Organizational behavior and human decision processes*, v. 65, n. 3, p. 272-292, 1996.
- MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. *Fundamentos de metodologia científica*. 5. ed.-São Paulo: Atlas, 2003.
- MCCLERNON, Christopher K. et al. Stress training improves performance during a stressful flight. *Human factors*, v. 53, n. 3, p. 207-218, 2011.
- PETTINELLI, Mark. *The psychology of emotions, feelings and thoughts*. Lightning Source, 2007.
- REASON, James. *Managing the risks of organizational accidents*. Burlington, USA: Ashgate, 1997.
- RIVERA, Javier et al. Startle and surprise on the flight deck: Similarities, differences, and prevalence. In: *Proceedings of the human factors and ergonomics society annual meeting*. Sage CA: Los Angeles, CA: SAGE Publications, 2014. p. 1047-1051.
- ROESE, Neal J. Counterfactual thinking. *Psychological bulletin*, v. 121, n. 1, p. 133, 1997.
- SANTOS, Vinícius Cabrini; SILVEIRA, Guilherme Amaral. A efetividade dos simuladores de voo no treinamento de pilotos para tarefas processuais específicas e aquisição de habilidades. *Revista Conexão SIPAER*, v. 10, n. 1, p. 15-30, 2019.

O manejo do risco de fauna do aeroporto internacional de Salvador, Bahia, com enfoque na metodologia da translocação das espécies de maiores impactos para a aviação

Pedro Cerqueira Lima^{1,2}

1 Graduado em Medicina Veterinária pela Universidade Federal da Bahia [UFBA]; Doutor em Ciência Animal nos Trópicos, pela Faculdade de Medicina Veterinária da UFBA; Ornitólogo especializado no estudo do comportamento das aves; Anilhador Senior pelo CEMAVE (desde 1991); Membro do Grupo de Pesquisa de Infectologia Veterinária da UFBA; Membro da equipe de Estudos das Investigações das Epizootias com Aves Silvestres, do Ministério de Saúde, desde 2005. Atualmente é Presidente da Fundação BioBrasil e consultor do Programa de Gerenciamento de Risco de Fauna do Aeroporto Internacional de Salvador - Luis Eduardo Magalhães.

2 pedroclima@gmail.com

RESUMO: Os sítios aeroportuários são áreas de atração de avifauna, por propiciar condições favoráveis à sua alimentação, nidificação e repouso. Entretanto, a presença de avifauna nesses locais, representa risco iminente de acidente com as aeronaves em movimento. O Aeroporto Internacional de Salvador no estado da Bahia fica localizado no Bioma Mata Atlântica, ambiente favorável e atrativo para a avifauna local. Este estudo tem como objetivos: inventariar a fauna do Aeroporto Internacional de Salvador, as espécies envolvidas nas colisões e o potencial risco que elas representam. O Plano de Manejo de Fauna do Aeroporto de Salvador, anterior ao período de outubro de 2018, era baseado na técnica de afugentamento da fauna. A partir de outubro de 2018, foi adotada a técnica de translocação das espécies de maiores riscos. Após o estudo do comportamento das espécies que ofereciam riscos de colisões, foi implantada a metodologia da translocação dessas espécies, para distâncias que impossibilitam ou reduzem o seu retorno. Foram inventariadas 229 espécies de animais, entre outubro de 2018 a agosto de 2022, sendo 162 espécies de aves, equivalente a um aumento de 149,2 % em relação ao período de 2014 a 2018, com 65 espécies. Foram coletadas amostras biológicas dos animais mortos ou capturados, para realização de estudos sobre vírus, bactérias, ectoparasitas e endoparasitas. O carcará (*Caracara plancus*) foi a espécie que mais se envolveu nas colisões, seguido pelo quero-quero (*Vanellus chilensis*). O estudo concluiu que após a adoção da técnica de translocação das aves que ofereciam maiores riscos de colisões, houve uma redução de 73,3% do número de colisões com danos a aeronaves no período de 2019-2021, comparado ao de 2016-2018. Além disso, verificou-se que houve uma redução de 50,0% do número de colisões na fase de pouso, e de 37,0% na fase de decolagem, no período de 2019 a 2021 comparado ao período de 2016-2018. Houve também redução do número de horas de pista impraticável em 2019, correspondendo à 06h21min, uma redução de 60,0% em relação a 2018 que era igual a 16h00min. O estudo identificou mais de 95,0% de todas as espécies envolvidas nas colisões.

Palavras Chave: 1. Aeroporto. 2. Gerenciamento de risco de fauna. 3. Levantamento de fauna. 4. Armadilhas de captura de aves e animais. 5. Translocação de fauna.

Fauna Risk in Agricultural aerial operations: collision analysis in the Brazilian State

ABSTRACT: Airports use to attract avifauna, once they provide favorable conditions for their feeding, nesting and resting. However, the presence of avifauna in these places represents an imminent risk of accident with moving aircraft. Salvador International Airport, located in the state of Bahia, is totally included within Mata Atlântica biome, a favorable and attractive environment for the local avifauna. This study aims to inventory the fauna of Salvador International Airport, identifying the species involved in collisions and the potential risks they represent. The International Salvador Airport Fauna Management Plan, before October 2018, was based on the technique of scaring away the fauna. After October 2018, the technique of translocation of the most at-risk species was adopted and those species started being dislocated to distant places that make it impossible or reduce de probability of their return. From October 2018 to August 2022, 229 species of animals were inventoried, including 162 species of birds, which represents an increase of 149.2% compared to the period from 2014 to 2018, when it was identified only 65 species. Biological samples were collected from dead or captured animals to carry out studies on viruses, bacteria, ectoparasites and endoparasites. Caracara (*Caracara plancus*) was the species that was mostly involved in the collisions, followed by Southern Lapwing (*Vanellus chilensis*). This study concluded that after the adoption of the translocation technique of birds that offered higher risks of collisions, there was a 73.3% reduction in the number of collisions with damage to aircraft from 2019 to 2021, compared to 2016-2018. In addition, it was verified that there was a reduction of **50.0%** in the number of collisions in the landing phase, and **37.0%** in the takeoff phase, in the period from 2019 to 2021, compared to 2016-2018. In 2019, the hours of impractical track decrease to **6:21min**, a reduction of **60.0%** comparing to 2018, when it was 16h00min. The study identified more than 95.0% of all species involved in collisions.

Key words: 1. Airport. 2. Fauna risk management. 3. Fauna survey. 4. Bird and animal capture traps. 5. Fauna translocation.

Citação: Lima, PCL (2023). O manejo do risco de fauna do aeroporto internacional de Salvador, Bahia, com enfoque na metodologia da translocação das espécies de maiores impactos para a aviação. *Revista Conexão Sipaer*, Vol. 13, N°. 2, pp. 13-58.

1 INTRODUÇÃO

As colisões de aeronaves com fauna causam danos econômicos e materiais, risco de morte aos passageiros assim como a morte dos animais que habitam o entorno das pistas. Globalmente, colisões de vida silvestre com aeronaves, levaram a óbito mais de 293 e destruiu mais de 271 aeronaves de 1988-2020 (Dolbeer et al, 2021). A maioria dos acidentes aéreos ocorrem, quando um pássaro atinge o para-brisa ou é introduzido no motor da aeronave (Sodhi, 2002).

No período de 19 anos, 1990-2008, 89.727 acidentes com vida silvestre com aeronaves foram relatados à FAA [Administração Federal de Aviação dos EUA]. As aves estiveram envolvidas em 97,4% dos acidentes relatados, (2,6%) ocorreram com mamíferos terrestres, morcegos e répteis (Dolbeer et al, 2009). Os dados mostraram que; 86% indicaram que não danificou a aeronave; 7% que a aeronave sofreu danos menores; 4% que a aeronave sofreu danos substanciais; 3% relataram um nível incerto de danos e cerca de um por cento indicou que a aeronave foi destruída. Em um período de 19 anos, 1990-2008, as perdas registradas por acidentes com aves totalizaram 393.521 horas de inatividade de aeronaves e \$308.3 milhões em perdas monetárias (Dolbeer et al. 2009).

Quanto às subnotificações, as análises dos relatórios dos acidentes com vida silvestre nos aeroportos e companhias aéreas dos EUA, indicou que menos de 20% dos acidentes foram relatados à FAA. As informações sobre o número de acidentes consideram que os custos associados subestimam a magnitude do problema (Dolbeer et al. 2009).

No que se refere ao total estimado de perdas econômicas, assumindo uma taxa de relato de 20%, o custo anual dos acidentes com animais silvestres para a indústria de aviação civil dos EUA é estimado em mais de 592.000 horas de parada de aeronaves e US \$614 milhões em perdas monetárias O Banco nacional de dados de animais selvagens da Administração Federal de Aviação, dos EUA contém cerca de 245.000 registros de colisões de aves e outras com animais selvagens com aeronaves, de 1990 a julho de 2020. Deste total, cerca de 231.800 foram com aeronaves civis nos EUA, 4.300 com aeronaves civis estrangeiras registradas em aeroporto dos EUA e 8.900 com aeronaves militares em aeroportos civis dos EUA. Em julho de 2020, foi atingido o marco de 600 espécies de aves atingidas por aeronaves (entre 1990 e julho de 2020). Existem cerca de 950 espécies de aves já registradas pelo menos casualmente durante parte do ano nos EUA (incluindo o Alasca, Havaí e Territórios dos EUA), deste total, 57% já foram registradas em colisões com aeronaves (Dolbeer et al. 2020, 2021).

No Brasil em 10 anos (2008/2017) o CENIPA [Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos], gerou 1.977 recomendações de segurança em um Relatório de investigação de acidentes e incidentes graves, ocorridos com aviões e helicópteros. Equivale, em média, 197 recomendações de segurança por ano, um aviso que pode prevenir a possibilidade de uma tragédia a cada dois dias. Esses alertas auxiliam pilotos, donos de aeronaves, empresas aéreas e agência reguladora a desenvolverem trabalhos e medidas para prevenir que novos acidentes não aconteçam. "O foco das investigações é sempre a prevenção", diz o major-aviador Daniel Duarte Moreira Peixoto, que é investigador do CENIPA. No Brasil, o CENIPA, registrou de abril de 2018 a abril de 2019, 2.222 ocorrências de "bird strike", como é chamado na aviação, as colisões de aviões com aves. Isto equivale a um acidente a cada quatro horas. Destes, 75 resultaram em danos aos aviões (3,37%) em 137 houve alguma tomada de decisão do piloto em relação ao voo (6,16%). Entre os exemplos estão abortar a decolagem, pousar a aeronave por precaução ou corrigir uma instabilidade no avião causado pelo impacto com a ave. De acordo com o CENIPA, 34,0% dos incidentes com aves ocorreram no momento do pouso do avião e outros 26,0% no momento da decolagem. "Geralmente para derrubar um avião, precisa ser um pássaro de um tamanho relativamente grande ou uma quantidade maior de pássaros. Aves pequenas, mas em grande quantidade, praticamente não afetam em nada o desempenho da aeronave, podendo causar uma sujeira, a quebra de uma coisa ou outra, mas nada que seja fatal", afirma Catalano.

Um dos casos mais famosos em que uma aeronave foi colocada em risco após bater contra aves ocorreu em janeiro de 2009 com o voo 1549 dos US Airways, que chegou até a ser representado no filme "O Milagre do Rio Hudson Bruno & Barreto (2016). Um Airbus A320 com 150 pessoas a bordo, entre passageiros e tripulantes, teve os dois motores danificados por uma revoada de gansos, seis minutos depois de decolar do aeroporto Laguardia, em Nova York, Estados Unidos. O piloto conseguiu fazer um pouso de emergência no rio Hudson, em uma das principais metrópoles do mundo, sem deixar nenhuma vítima fatal.

Santos & Souza, (2021) estimaram em US\$ 58.592.327,53 os custos diretos extraídos dos eventos que declararam haver danos e/ou prejuízo, e um valor de US\$ 17.526.694,77 em custos indiretos, totalizando US\$ 76.526.694,77 de prejuízos econômicos no período de 2011 a 2020. Eventos com danos causam prejuízo econômico para efetuar o reparo do equipamento, custos diretos e indiretos, bem como a indisponibilidade da aeronave. Eventos em que não há dano, mas tem como consequência um manifesto prejuízo econômico, uma aproximação descontinuada (sem caracterizar arremetida) para dispersão de fauna na pista de pouso e decolagem, uma decolagem retardada (aeronave aguarda na posição) para revisão de pista ou dispersão de fauna por equipe do aeródromo, em que há consumo de combustível e custo de hora de voo (Santos & Souza, 2021). Segundo Pereira,

(2008) o levantamento de dados relacionados aos índices de colisões entre aves e aeronaves é de suma importância para possibilitar a visualização de análises de tendências e projeções futuras, sendo possível auxiliar as autoridades responsáveis na tomada de medidas que venham mitigar o risco aviário.

Muitas espécies de aves que dependem de habitats de pastagem ou savana vêm declinando globalmente. Na América do Norte, durante os últimos 25 anos houve um declínio acentuado das aves de pastagens (Askins et al, 2007). Aeroportos são considerados, muitas vezes, ambientes onde determinadas espécies de aves se apropriam, fazendo o uso da disponibilidade de recursos que estão disponíveis no solo. Alguns aeroportos disponibilizam áreas abertas, repletas de foco de atração para a avifauna, de modo que esses atrativos, muitas vezes se tornam indispensáveis para a manutenção desses animais (Carvalho et al, 2016). Ainda segundo Cardoso et al, 2013, lagoas temporárias presentes em aeroportos podem atrair espécies de aves, que as utilizam como local de dessedentação, descanso ou reprodução.

De acordo com Santos, e outros, 2017, dentro dos aeroportos é possível encontrar uma enorme variedade de ambientes sendo que muitos desses ambientes são utilizados pelas avifaunas para forragear e se abrigar. Conforme Ruiz-Esparza e outros 2014, o carcará (*Caracara plancus*), família Falconídea, o urubu-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*), família Cathartidae e o quero-quero (*Vanellus chilensis*), família Charadriidae, são consideradas espécies de aves que causam maiores riscos para as operações de aeroportos devido a alto número dessas espécies dentro do sítio aeroportuário. Os quero-queros ou o pombo-comum (*Columba livia*) adaptaram-se a vida agitada das cidades, sendo encontrados em grande quantidade dentro de aeroportos e seus entornos (Mendonça, 2005). Conforme o Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos [CBRO], (2014) 1872 espécies de aves são reconhecidas para o Brasil. Os estudos sobre comunidades de aves podem fornecer informações relacionadas a seu comportamento, pois esses animais exploram recursos variados em habitats específicos (Manhães et al, 2011, Vieira et al., 2013).

O litoral norte da Bahia, entre Salvador e Mangue Seco (Jandaíra), é formado por dois importantes biomas, Mata Atlântica, Cerrado e seus ecossistemas constituídos por: dunas, manguezais, estuários e áreas úmidas. A grande variedade de ecossistemas proporciona ao litoral norte, uma grande riqueza em diversidade biológica. O litoral e o ecossistema de mangue são as principais fontes de sustento da grande maioria da população que vive no seu entorno.

A especulação imobiliária no litoral norte é uma ameaça para a biodiversidade da região e para comunidades tradicionais, além da expulsão dessas comunidades à aculturação que destroem as tradições e a história local (Lima, P.C. 2006, Lima, P.C. et al, 2011). A destruição dos habitats associados aos deslocamentos das comunidades tradicionais, causada pela especulação imobiliária, tem causado um grande impacto na fauna local. A grande produção de lixo e a falta de saneamento básico, nas periferias de Salvador, favorecem a proliferação da fauna sinantrópica, e como consequência atraem aves como gaviões, falcões e urubus. O estudo da avifauna nos aeródromos busca relacionar a diversidade de aves com o ambiente encontrado no seu entorno, uma vez que a presença das mesas em geral está associada à busca por alimento e abrigo (Netzel et al., 2004).

O risco de fauna nos aeroportos é algo crescente na aviação, as colisões entre aves e aeronaves comprometem a segurança dos passageiros e tripulações (Hoon & Oliveira, 2014). A primeira colisão com ave foi registrada em 7 de setembro de 1905, no diário dos irmãos Wright. A primeira colisão com animal terrestre ocorreu poucos anos mais tarde, em 25 de julho de 1909, vindo a atrasar a decolagem de Louis Blériot para seu voo épico, no primeiro cruzamento do Canal da Mancha. A primeira fatalidade humana ocorreu em três de abril de 1912, quando o aviador, Calbraith Perry Rodgers, que havia cruzado pela primeira vez os Estados Unidos da América (EUA) colidiu com uma gaivota. A ave ficou presa nos controles da aeronave, que caiu em uma praia na Califórnia. O piloto ficou preso aos destroços e morreu afogado a 1,5m de profundidade (CENIPA PCA 3-3/, 2017).

Observa-se que o risco de colisões de animais silvestres com aeronaves vem aumentando gradativamente e tem gerado uma crescente preocupação dos diversos setores da aviação mundial com a fauna existente, tanto no entorno quanto no interior dos aeródromos, principalmente a avifauna (Villareal, 2008). O número de colisões devido ao aumento dos números de voos a nível global já causou a morte de 276 pessoas e estima-se que mais de 25 mil aves morrem a cada ano (Bruno & Barreto, 2016). Um exemplo de acidente que alcançou reconhecimento mundial foi o do Airbus que, após colidir com gansos canadenses de 3,6 kg, teve pouso forçado no rio Hudson, em Nova York em 2009 (Bruno & Barreto, 2016).

O Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos [CENIPA] contabilizou 9.423 colisões com a fauna silvestre somente nos últimos 17 anos. Mais de 87 mil colisões de aves num intervalo de 19 anos (1990-2008), de acordo com o Sindicato Nacional das Empresas Aeroviárias [SNEA]. A Associação Brasileira das Empresas Aéreas [ABEAR] registrou 692 acidentes em 2021, causados por colisões com aves e animais nas proximidades de aeroportos brasileiros. Do total de casos, 13,0 % geraram danos às aeronaves que tiveram de serem submetidas à inspeção de segurança, manutenções e deixaram de voar, afetando 40.793 passageiros. Nesse ano de 2021, os prejuízos às companhias aéreas chegaram a R\$110 milhões. Segundo o Anuário Estatístico de Tráfego Aéreo, fornecido pelo Departamento de Controle do Espaço Aéreo [DECEA], o Aeroporto Internacional de Salvador ocupou o 10º lugar no ranking de aeródromos com 81.700 movimentos. O alto fluxo de voos faz com que o risco de colisão envolvendo aeronaves e a fauna seja alto (CENIPA- DECEA, 2017).

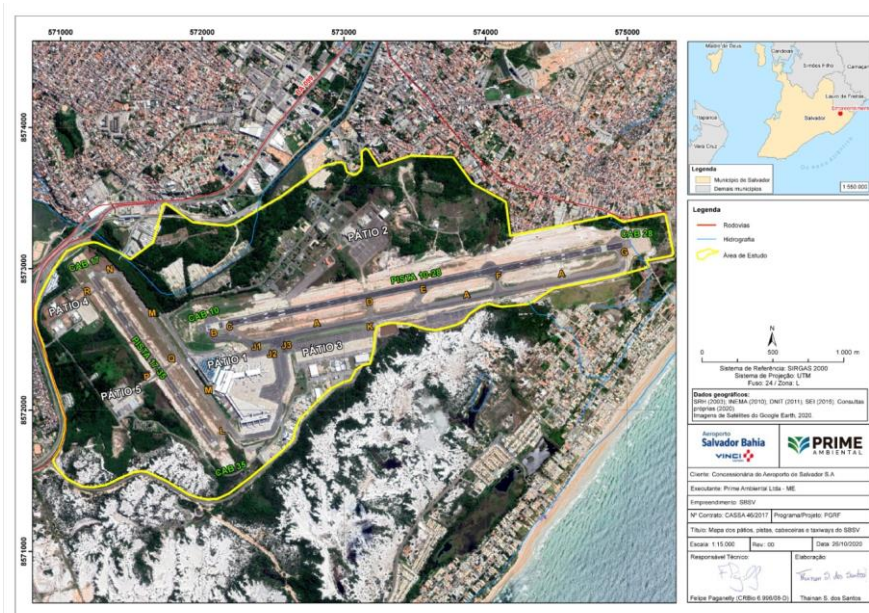
O Aeroporto Internacional Luiz Eduardo Magalhães de Salvador, do estado da Bahia, denominado como SBSV pela ICAO [International Civil Aviation Organization] também conhecido como Salvador Bahia Airport, está inserido próximo à Área de Proteção Ambiental [APA], Lagoas e Dunas do Abaeté, a qual dispõe de ambientes naturais com vegetação típica de restinga.

Em virtude desse cenário, há uma predisposição ao alto número na diversidade de espécies de aves na área operacional do mesmo. Vale destacar que a presença de aves na rota de aproximação e de decolagem oferece grande risco, podendo ocasionar colisões entre as aves e as aeronaves.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Áreas de Estudo

O estudo foi realizado no período de outubro de 2018 a julho de 2022, no Aeroporto Internacional Luiz Eduardo Magalhães de Salvador (BA), denominado como SBSV, pela ICAO [*International Civil Aviation Organization*], também conhecido como Salvador Bahia Airport. Está localizado no bairro de São Cristóvão, limite com o Município de Lauro de Freitas, no Estado



da Bahia, sob as coordenadas 12° 54 '31 '31"S, 38° 19' 21"W. (Figura1).

Figura 1 - Mapa dos pátios, pista, cabeceiras e taxiways, do Aeroporto Internacional de Salvador [SBSV]

Fonte: PRIME AMBIENTAL (26/10/2020)

Dentro desse sítio aeroportuário existem áreas alagadas, a presença de um riacho que circunda o mesmo, extensas áreas gramadas, áreas com árvores nativas ao redor das pistas, árvores frutíferas e outras áreas como galpões que são utilizados como locais de descanso e poleiros da avifauna. No seu entorno está localizado o Parque das Dunas, um ecossistema de restinga que está inserido na Área de Proteção Ambiental [APA] Lagoas e Dunas do Abaeté, a qual compreende uma área de aproximadamente seis milhões de metros quadrados. O local possui pontos utilizados por diversas espécies de fauna, em especial a avifauna, correspondendo, portanto, a um rico potencial em diversidade de espécies de aves, mamíferos e répteis. O lugar é considerado de grande importância para o meio ambiente, por ser o último manancial urbano do ecossistema de dunas, lagoas e restinga do país (Wikipédia, 2018).

2.2 Monitoramentos da Avifauna e as Técnicas de Captura

Existem vários métodos de captura de aves para estudos, os quais podem ser adaptados a diversos ambientes e grupos taxonômicos, apresentando vantagens e desvantagens, de acordo com o objetivo da captura e com a espécie visada (Heimerdinger & Leberman, 1966; Macarthur, 1974; Matter *et al*, 2010). Neste estudo, nos levantamentos de campo, foram utilizados os seguintes métodos quantitativos de captura: pontos fixos, pontos móveis e redes de neblina.

2.2.1 Métodos dos Pontos Fixos e Móveis

O método dos pontos fixo permite a avaliação objetiva das comunidades que habitam o local e um monitoramento ao longo do tempo, além de possibilitar a coleta de um número relativamente alto de informações sobre as aves pesquisadas. Através deste método é possível ainda a identificação visual e acústica das mesmas (Heimerdinger & Leberman, 1966; Macarthur & Macarthur, 1974; Matter *et al*, 2010).

Todas as observações de campo foram registradas em fichas, sendo que o tempo de amostragem dos pontos fixos correspondeu a 30 minutos. Os pontos fixos eram realizados uma vez por semana (17 pontos), sendo escolhidos baseados no campo visual da área operacional, áreas com possíveis atrativos de fauna, como: fragmento de vegetação nativa, com a presença de árvores frutíferas, campos úmidos e valas de drenagem. Foram obtidas 2.040 observações entre outubro de 2018 e março de 2022.

No levantamento da avifauna, também foi utilizado o método de pontos móveis, ou transectos, que abrangia um trajeto arbitrário no qual o observador registrava todos os indivíduos detectados em cada lado do caminho percorrido, numa velocidade constante e em uma distância predeterminada (Develey, 2003). O tempo de amostragem dos transectos foi de 30 minutos, por cada pista do aeródromo. Foram realizados 900 censos, em períodos matutinos e vespertinos, com o tempo amostral de 900h00min para ambas as pistas (10/28 a 17/35). Foram coletados dados segundo: data, período do dia (hora do início e hora do término), espécie de ave avistada, comportamento (repouso/voo), número de indivíduos, tipo de método (transecto ou ponto fixo), quadrante (área amostral em que a avifauna se encontrava no momento das observações em ambos os métodos de amostragem).

Foram utilizadas as visualizações a olho nu e com binóculos *Swarovski 8 X 30* e o reconhecimento auditivo apoiado no uso de *playback*. Utilizaram-se também *playbacks* para reproduzir sons de cantos de aves da mata atlântica, armazenados em bancos de dados, ao longo dos pontos amostrais. Neste estudo, para os métodos de pontos fixos e móveis foram utilizadas as seguintes técnicas e instrumentos:

- Visualização - com o uso de binóculos *Swarovski 8 X 30*, ou mesmo com a vista desarmada (olho nu), identificadas as espécies em campo, com base em seus caracteres morfológicos e comportamentais. Para uma identificação correta, utilizou-se bibliografia especializada, quando necessário;
- Reconhecimento auditivo - esta técnica consiste em reproduzir por meio de uma fonte sonora o canto e/ou chamado de uma determinada espécie, tendo como objetivo estimular uma resposta, tanto vocal quanto presencial e observação visual (Motta-Junior et al, 2010). Algumas espécies foram registradas por meio de sua vocalização e sempre que necessário, foi empregada a técnica de *playback*, utilizando um microfone direcional *SENNHEISER ME-66* e um gravador digital *MP3 EDIROL*.

2.2.2 Método Rede de Neblina

Embora as redes de neblina não mostrem completamente a avifauna, visto que as taxas de captura variam muito entre as espécies de diferentes tamanhos e de acordo com os padrões espaciais e temporais delas, estas têm sido bastante utilizadas para a amostragem da avifauna.

Como método de captura de aves, as redes são utilizadas para a amostragem de aves que ocorrem no sub-bosque das florestas, especialmente passeriformes. A principal vantagem desse método é a possibilidade de manusear as aves, o que permite a obtenção de informações mais detalhadas das espécies, tais como: dados morfométricos, peso, placa de incubação, dentre outras, além dos padrões espaciais e temporais nas taxas de captura bem como riquezas de espécies (Heimerdinger. & Leberman, 1966; Macarthur, 1974; Matter *et al*, 2010).

Neste estudo foi utilizada para a captura das espécies, redes de neblina de 12 m de comprimento, 2,5 m de altura e malhas de 10 mm e 25 mm, dispostas em locais com potenciais fontes de alimento para as aves, visando favorecer o aumento das taxas de captura. Para realizar o inventário da avifauna foram instaladas 10 redes de neblina com malha de 10 mm, em áreas florestais, no entorno das pistas de pouso e decolagem (10/28 e 17/35). As redes permaneceram armadas durante um período de 10h00min (das 06h30min até às 16h30min), durante três dias consecutivos, quatro vezes ao ano, sendo que em apenas um ano foi totalizado um tempo de amostragem de 120 horas de redes com malhas de 10 mm. As redes também foram utilizadas no período noturno para captura de andorinha-do-rio (*Tachycineta albiventer*) que adquiriram o hábito de dormirem nos pátios das aeronaves (15 redes de neblina de 12 m de comprimento, 2,5 m de altura e malha de 10 mm, dispostas no piso do aeroporto, nos locais onde as aves pernoitavam). As redes permaneceram armadas durante um período de aproximadamente 7 horas (de 17h00 min até às 24h00). Foram realizadas seis campanhas, correspondendo a um tempo de amostragem, por rede, de 42 horas. As redes eram vistoriadas em intervalos de 20 a 30 minutos, evitando-se que os animais capturados ficassem muito tempo presos e estressados (Figura 2).

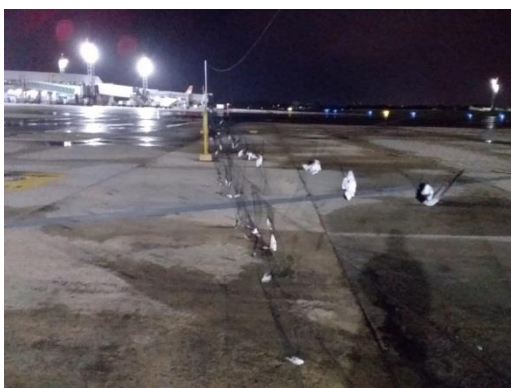


Figura 2 - Captura de andorinhas no pátio do Aeroporto Internacional de Salvador, utilizando redes de neblina.

Foto: Lima, P.C.

Para o monitoramento das aves de hábitos noturnos, de grande e médio porte, que frequentavam os gramados, próximos às pistas de pouso e decolagem (10/28 e 17/35), foram utilizadas 10 redes com malha de 25 mm, armadas durante um período de 11 horas (das 18h00min até as 05h00min do dia seguinte), seis vezes em um único ano, totalizando um tempo de amostragem de 198 horas. As redes eram vistoriadas em intervalos de 30 minutos, evitando-se que os animais capturados ficassem muito tempo presos e estressados.

Após o anilhamento, dependendo da espécie, as mesmas eram soltas no mesmo local ou translocadas para áreas de solturas, legalizadas, com distâncias que impedissem, ou reduzissem, o retorno para o aeródromo. Foram feitos registros individuais, especificando: nome da espécie; sexo; idade (quando possível); medidas biométricas (bico, tarso, asa e cauda); verificação do período reprodutivo, por meio da presença de placa de incubação; presença de ectoparasitos e anomalias.

Foram colocadas nas aves capturadas, anilhas de metal e anilhas de plásticos coloridas com diâmetros adequados para cada espécie. Para realizar o procedimento de anilhamento, foi utilizada a metodologia proposta no Manual do Anilhador do CEMAVE-IBAMA (de Souza & Serafini, 2020). Os dados biométricos foram aferidos utilizando-se régua milimétrica e paquímetro. Para a pesagem das aves foram utilizados dinamômetros de 0,5 kg, 1,0 kg, e 5,0 kg e pesolas de 10,0g, 30g, 100g e 300g.

A taxonomia e nomenclatura das espécies levantadas neste estudo foi proposta pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos [CBRO], 2014 e para o nível de subespécies utilizou-se a taxonomia das aves brasileiras, elaborada por Grantsau, 2010. O grau de ameaça de extinção de cada espécie foi sistematizado pelas listas do *International Union for Conservation of Nature and Natural Resources* – [IUCN] (2012) (www.iucnredist.org) e pela lista de Machado et al, 2008. A classificação de endemismo e sensibilidade às alterações ambientais tiveram como base a publicação de Stotz et al, 1996.

Após uma quarentena de no mínimo 30 dias, as aves que apresentaram melhores condições físicas foram selecionadas para compor um plantel que fez parte da translocação das espécies. As aves foram transportadas em gaiolas apropriadas e bem ventiladas com um número reduzido de espécies, para evitar a superlotação. O transporte era efetuado durante a noite, para evitar o calor excessivo do dia. No caso das aves de rapina, a exemplo dos carcarás (as mais capturadas e as principais espécies envolvidas em colisões) as mesmas foram transportadas em caixas de transporte de frangos, contendo no máximo sete delas.

Para avaliar a capacidade máxima, de carcarás por caixas, foram realizados experimentos onde durante o seu transporte para as áreas de soltura, um veterinário/ornitólogo acompanhou o mesmo para avaliar a eficiência das caixas. Observou-se que sob essas condições, as aves chegavam às suas áreas de soltura em boas condições físicas, sem nenhum tipo de trauma. Além das redes de neblinas foram utilizadas outras técnicas elaboradas para captura de aves e para manejo das espécies-problema, descritas a seguir:

2.2.3 Armadilhas Tomahawk

O mecanismo de captura com armadilhas do tipo Tomahawk consiste em oferecer um atrativo (carne ou vísceras) no fundo da armadilha. Ao entrar na armadilha, o animal toca no gatilho com os pés, desarmando o gatilho, fechando a entrada e impossibilitando o animal de sair. Adicionalmente podem ser utilizados laços nessas armadilhas para aumentar as chances de captura de indivíduos que tentem remover a isca através da grade (sem entrar na armadilha), ou possam utilizar a armadilha como poleiro. Essas armadilhas podem ter várias dimensões, dependendo do animal que se pretende capturar. São utilizados para a captura de aves como carcarás, urubus, e eventualmente, gaviões e corujas podendo também ser empregadas na captura de cachorros e gatos domésticos, além de, eventualmente, algum mamífero silvestre. Adicionalmente, outros equipamentos de contenção física podem ser usados, como puçá, cambão e jaula de contenção. A Figura 3 abaixo mostra a armadilha utilizada no estudo.



Figura 3 - Armadilhas Tomahawk, para captura de aves. Carcarás (*Carcara plancus*), capturados nas armadilhas.

Foto: Lima, P.C.

As armadilhas Tomahawk foram instaladas em locais sombreados para evitar traumas causados pelo calor ou até mesmo a morte do animal. Na impossibilidade de locais sombreados, as armadilhas devem ser monitoradas a cada hora. Para aumentar a eficiência na captura dos carcarás, foi utilizado um carcará como isca, condicionada em uma gaiola de aço medindo 60 cm de

comprimento por 60 cm de altura, coberta com uma manta de plástico que protegia a ave do sol durante o dia. A gaiola com a ave colocada como isca ficava posicionada próxima às armadilhas Tomahawk, contendo no seu interior pedaços de carne ou vísceras de bovino.

2.2.4 Armadilhas Tomahawk com espelho

Esse tipo de armadilha foi projetado por Lima, P.C. em 2008 para captura de aves e outros animais territorialistas, animais que defendem os seus territórios. O mecanismo de captura com armadilhas do tipo Tomahawk com espelho, consiste em o animal entrar na armadilha atraído pela sua imagem refletida num espelho, que fica posicionado pelo lado de dentro da mesma, na parede do fundo. Ao entrar na armadilha, o animal toca no gatilho com os pés, desarmando-o, fechando a entrada e impossibilitando a sua saída (Figuras 4 e 5). Essas armadilhas podem ter várias dimensões, dependendo do animal que se pretende capturar. Podem ser utilizadas para a captura de aves como representantes das famílias: *Tinnamidae*, *Cracidae*, *Rallidae*, primatas e mamíferos de pequeno e grande porte, sendo também eficiente na captura de anfíbios e pequenos roedores.



Figura 4 - Armadilha Tomahawk com espelho com uma saracura-três-potes (*Aramides cajaneus*) (esquerda);
Figura 5 - Uma rã-pimenta (*Leptodactylus vastus*) capturadas na armadilha (direita).

Fotos: Lima, P.C.

Vale destacar que essas armadilhas Tomahawk deverão ser posicionadas nos territórios das aves ou animais que se pretende capturar, devendo ser instaladas em locais onde os animais buscam alimento e sempre próximos dos rastros que eles deixam.

2.2.5 Armadilhas de Caixa

Esse tipo de armadilha foi projetado por Lima, P.C. em 2013, para captura de pombo-doméstico (*C. livia*) no Porto de Salvador (BA). As armadilhas são confeccionadas com madeira e tela de arame galvanizado. O mecanismo de captura consiste em oferecer um atrativo (alimento) para o animal, no seu interior. Ao entrar, o animal aciona o fechamento. Esse tipo de armadilha pode ser utilizado para captura de aves de médio e grande porte, como pombo-doméstico (*C. livia*), carcará (*C. plancus*) e urubus (*C. atratus*, *C. burrovianus*, *C. aura*) (Figura 6).



Figura 6 - Armadilha de caixa para captura de aves. Pombos domésticos (*Columba livia*) capturados no Porto de Salvador em 2014.

Fotos: Lima, P.C.

2.2.6 Armadilhas de Caixa com Entrada Tipo Cone

Esse tipo de armadilha consiste numa espécie de gaiola/viveiro, construída em tela de arame ou nylon e armação de madeira ou PVC, com aberturas laterais que se afunilam e estreitam-se para o interior, impedindo a saída do animal capturado. A mesma possui porta traseira, para o acesso dos técnicos e auxiliares responsáveis, removerem os animais capturados. Esse tipo de armadilha pode ser utilizado para captura de aves de médio e grande porte, como pombo-doméstico (*C. livia*), carcará (*C. plancus*), urubus (*C. atratus*, *C. burrovianus*, *C. aura*) e garças (*B. íbis*, *E. thula*, *A. alba*, *B. striata* e *N. nictycorax*) (Figura 7).



Figura 7 - Armadilha de caixa com entrada tipo cone para captura de aves.

Foto: Lima, P.C.

2.2.7 Armadilhas de Tarrafa

As armadilhas de tarrafa são confeccionadas com tarrafa, tubo PVC e hastes de ferro. Foi projetado por Lima P.C. em 2013, para captura de pombo-doméstico (*C. livia*) no Porto de Salvador (BA). O mecanismo de captura consiste em oferecer um atrativo (alimento), para o animal se posicionar embaixo da armadilha. O monitoramento precisa ser constante, para liberação manual da armadilha após o posicionamento do animal. Esse tipo de armadilha poder ser utilizada para captura de aves de médio e grande porte, como pombo-doméstico (*C. livia*), coruja-buraqueira (*A. cunicularia*), carcará (*C. plancus*) e urubus (*C. atratus*, *C. burrovianus*, *C. aura*) (Figuras 8 e 9).



Figura 8 - Armadilha de Tarrafa para captura de aves vazia (esquerda);

Figura 9 - Pombo-doméstico (*C. livia*), capturados numa armadilha, no Porto de Salvador em 2014 (direita).

Fotos: Lima, P.C.

2.2.8 Armadilhas DIU

Essa armadilha foi projetada por Lima, P.C. em 2019, para captura de corujas-buraqueiras (*Athene cunicularia*). A mesma consiste em uma malha de seda de 25 mm x 25 mm, instalada na abertura toca que serve de moradia e local de nidificação da ave. A ave ao entrar ficará presa na malha. O monitoramento é constante, durante o tempo de permanência da rede instalada para que haja a remoção imediata da ave. A captura das corujas buraqueiras requer um manejo técnico bastante elaborado. Além da coruja buraqueira (*Athene cunicularia*), este tipo de armadilha pode capturar aves e animais que utilizam cavidades para reproduzir ou habitar (Figura 10).



Figura 10 - Armadilha DIU, com uma coruja-buraqueira (*A. cunicularia*) capturada.

Foto: Lima, P.C.

2.3 Coletas de Material Biológico dos animais

2.3.1 Coleta de material biológico de Carcará (*Caracara. plancus*)

Em 2019, foram coletadas amostras biológicas do carcará (*Caracara, plancus*): animais encontrados mortos ou partes (carcaça) /osso /pele, ectoparasita, fezes, fragmento de tecido/órgão, penas, sangue, regurgitação/conteúdo estomacal. As amostras foram destinadas para realização de estudos de doenças viróticas, fúngicas, bacterianas e para a identificação dos endoparasitas e ectoparasitas. As amostras foram acondicionadas e de acordo com cada tipo de análise a ser realizada. As equipes executoras dos exames foram a Universidade Federal da Bahia [UFBA] e a Universidade Federal de São Paulo [USP].

O estudo foi realizado mediante aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia [CEUA], sob o protocolo 04/2020 e SISBIO Licença 33203-7, e teve como objetivo investigar evidência sorológica de exposição à leptospirosas patogênicas em carcarás (*Caracara, plancus*) de vida livre, através do teste de Soroaglutinação Microscópica [MAT]. Os animais foram capturados no Aeroporto Internacional de Salvador (BA), por meio de armadilhas tomahawk, sendo encaminhados para soltura após avaliação clínica e coleta de amostras. Foram obtidas amostras de sangue de 28 carcarás, onde os soros foram examinados frente a uma bateria de 24 sorovares de *Leptospira* spp., representando 21 sorogrupos, mantidos na coleção do Laboratório de Bacterioses da UFBA [LABAC], com ponto de corte ≥ 25 .

3 ANÁLISES DOS DADOS

No terceiro trimestre de 2018, houve uma modificação no Plano de Manejo de Fauna do Aeroporto Internacional de Salvador [SBSV], pois o mesmo consistia de técnicas de afugentamento da fauna, com utilização de fogos de artifícios e uso de sons agonísticos que não surtiram bons resultados. Baseado nos estudos de comportamento das espécies de maiores impactos que constavam na análise de risco de colisão com fauna [ARF] do CENIPA, do período de 2013-2017, foi adotado uma nova metodologia a da translocação das principais espécies consideradas de risco: Muito Alto, Alto e Médio.

Para medir a eficiência da técnica da translocação das espécies problemas, foram comparados os dados das espécies envolvidas em colisões com danos do Aeroporto Internacional de Salvador, registrados no banco de dados do CENIPA, no período de janeiro 2013 a outubro de 2018, com os dados de colisões com danos do período de janeiro de 2019 a dezembro de 2021 (períodos em que foi implantada a técnica da translocação). Foi realizado o cálculo de Abundância Relativa [AR], para cada espécie da avifauna presente na área de estudo, nos pontos fixos e transectos. Quanto ao cálculo da abundância Relativa [AR] foi utilizada a fórmula: $\% \text{ Spi} = n \cdot (100) / N$ onde: ($\% \text{ Spi}$) = porcentagem da espécie ; (n) = número de indivíduos; (N) = número total de indivíduos na amostra. Foi calculada a Frequência Relativa dos avistamentos de aves presentes nos quadrantes que compreendiam a área operacional do SBSV, conforme a fórmula abaixo:

Fr = número de avistamentos de uma espécie (n) / número total de avistamento de todas as espécies registradas (N), sendo a frequência relativa percentual igual a:

$$\text{Fr} (\%) = [(n/N)] * 100.$$

Para avaliar o grau do risco das espécies de aves encontradas no aeródromo, foi utilizada a Análise de Risco da Fauna [ARF], que identificou, quais foram as espécies com capacidade de provocar risco às operações aéreas. Foi utilizada a matriz de risco proposta por Villareal, 2008.

3.1 Resultados e discussões

3.1.1 Avistamento de Fauna

No período de 2016 a 2017, Costantini, L.(2019) registrou 65 espécies de aves no Aeroporto Internacional de Salvador, enquanto no período de outubro de 2018 a março de 2022, foram inventariadas 229 espécies de animais, sendo 162 espécies de aves, correspondendo a um aumento de 149,0% em relação aos dados de 2016-2017 e 37.2% de todas as espécies de aves catalogadas no litoral norte da Bahia até o ano de 2006 (436 espécies) (Lima, P.C, 2006).

Os dados do monitoramento de fauna, do Aeroporto Internacional de Salvador do ano de 2019, registraram a catalogação de 51 espécies de aves que representavam direta ou indiretamente risco à operação do aeródromo, com um total de 19.192 avistamentos. A Tabela 1 apresenta os resultados.

Família	Espécie	Nome popular	Avistamentos	%
CHARADRIIDAE (*)	<i>Vanellus chilensis</i>	Quero-quero	7.727	40,262
COLUMBIDAE (*)	<i>Columba livia</i>	Pombo-doméstico	2.783	14,501
CATHARTIDAE (*)	<i>Coragyps atratus</i>	Urubu-de-cabeça-preta	2.070	10,786
FALCONIDAE (*)	<i>Caracara plancus</i>	Carcará	1.889	9,843

HIRUNDINIDAE (*)	<i>Tachycineta albiventer</i>	Andorinha-do-rio	632	3,293
TYRANNIDAE	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bem-te-vi	563	2,934
CUCULIDAE	<i>Crotophaga ani</i>	Anu-preto	513	2,673
FRINGILLIDAE	<i>Estrilda astrild</i>	Bico-de-lacre	482	2,511
ARDEIDAE	<i>Ardea alba egretta</i>	Garça-branca-grande	346	1,803
COLUMBIDAE	<i>Columbina talpacoti</i>	Rolinha-roxa	307	1,600
ICTERIDAE	<i>Leistes superciliaris</i>	Polícia-Inglesa-do-Sul	306	1,594
STRIGIDAE	<i>Athene cunicularia</i>	Coruja-Buraqueira	221	1,152
COLUMBIDAE	<i>Columbina squammata</i>	Rolinha fogo-apagou	181	0,943
CATHARTIDAE	<i>Cathartes burrovianus</i>	Urubu-de-cabeça-amarela	173	0,901
CATHARTIDAE	<i>Cathartes</i> sp.	Urubu	141	0,735
HIRUNDINIDAE	<i>Progne tapera</i>	Andorinha-do-Campo	131	0,683
CUCULIDAE	<i>Guira guira</i>	Anu-Branco	116	0,604
CATHARTIDAE	<i>Cathartes aura</i>	Urubu-de-cabeça-vermelha	96	0,500
MOTACILLIDAE	<i>Anthus chii</i>	Caminheiro - Zumbidor	95	0,495
TYRANNIDAE	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Suiriri	60	0,313
MIMIDAE	<i>Mimus gilvus</i>	Sabiá-da-praia	57	0,297
MIMIDAE	<i>Mimus saturninus</i>	Sabiá-do-campo	51	0,266
HIRUNDINIDAE	<i>Progne chalybea</i>	Andorinha-doméstica-grande	50	0,261
TYRANNIDAE	<i>Machetornis rixosa</i>	Suiriri-Cavaleiro	36	0,188
FALCONIDAE	<i>Milvago chimachima</i>	Carrapateiro	26	0,135
ARDEIDAE	<i>Butorides striata striata</i>	Socozinho	21	0,109
ACCIPITRIDAE	<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavião-carijó	20	0,104
PASSERIDAE	<i>Passer domesticus</i>	Pardal	29	0,151
JACANIDAE	<i>Jacana jacana</i>	Jaçana	16	0,083
FALCONIDAE	<i>Falco sparverius</i>	Quiriquiri	8	0,042
ARDEIDAE	<i>Egretta thula thula</i>	Garça-branca-pequena	6	0,031
ARDEIDAE	<i>Tigrisoma lineatum marmoratum</i>	Socó-boi-verdadeiro	4	0,021
TYRANNIDAE	<i>Arundinicola leucocephala</i>	Freirinha	4	0,021
ARAMIDAE	<i>Aramus guarauna</i>	Carão	3	0,016
ARDEIDAE	<i>Bubulcus ibis ibis</i>	Garça-vaqueira	3	0,016
COLUMBIDAE	<i>Columbina passerina</i>	Rolinha-cinzenta	3	0,016
EMBERIZIDAE	<i>Sporophila nigricollis</i>	Papa-capim	3	0,016
FALCONIDAE	<i>Falco femoralis</i>	Falcão-de-coleira	3	0,016
EMBERIZIDAE	<i>Volatinia jacarina</i>	Tiziu	3	0,016
ICTERIDAE	<i>Gnorimopsar chopi</i>	Pássaro preto	2	0,010
THRAUPIDAE	<i>Thraupis sayaca</i>	Sanhaço-cinzento	2	0,010

HIRUNDINIDAE	<i>Hirundo rustica</i>	Andorinha-de-bando	1	0,005
ACCIPITRIDAE	<i>Buteo brachyurus</i>	Gavião-de-cauda-curta	1	0,005
ACCIPITRIDAE	<i>Elanus leucurus</i>	Gavião-peneira	1	0,005
ANATIDAE	<i>Dendrocygna viduata</i>	Irerê	1	0,005
CAPRIMULGIDAE	<i>Antrostomus rufus</i>	João-corta-pau	1	0,005
FURNARIIDAE	<i>Furnarius rufus</i>	João de Barro	1	0,005
NUMIDIDAE	<i>Numida meleagris</i>	Galinha D'Angola	1	0,005
THRAUPIDAE	<i>Thraupis palmarum</i>	Sanhaço-do-coqueiro	1	0,005
TYRANNIDAE	<i>Fluvicola albiventer</i>	Lavadeira-de-cara-branca	1	0,005
TYRANNIDAE	<i>Fluvicola nengeta</i>	Lavadeira-Mascarada	1	0,005
Total	-	-	19.192	100,000

Tabela 1 - Aves registradas no Aeroporto Internacional de Salvador [SBSV], segundo: família, espécie, nome popular e número de avistamentos - 2019.

Fonte: PRIME AMBIENTAL (2019)

Nota: (*) Espécies mais frequentes nos avistamentos no sítio aeroportuário de Salvador em 2019

Observa-se, através da Tabela 1 que: as cinco espécies mais avistadas que apresentaram as maiores frequências no ano de 2019, no Aeroporto foram: quero-quero (*Vanellus chilensis*) 40,26%, pombo-doméstico (*Columba livia*) 14,50%, urubu-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*) 10,79%, carcará (*Caracara plancus*) 9,84%, andorinha-do-rio (*Tachycineta albiventer*) 3,29%, totalizando, portanto, 78,68% dos avistamentos.

A Tabela 2 apresenta o resultado de estudo, onde são apontadas as cinco espécies mais frequentes nos avistamentos no sítio aeroportuário do Aeroporto Internacional de Salvador, durante o período de outubro de 2016 a setembro de 2017 onde, o urubu-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*) o bico-de-lacre (*Estrilda astrild*) e o quero-quero (*Vanellus chilensis*) obtiveram as primeiras posições. No período amostral, foram identificadas 65 espécies de aves distribuídas em 30 famílias. Ao total foram registrados 36.072 indivíduos na área operacional e patrimonial do SBSV pelos métodos de amostragem transecto e pontos fixos (Constantini, L. 2019).

Ao compararmos os dados das Tabelas 1 e 2, observa-se que o urubu-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*) e o quero-quero (*Vanellus chilensis*), continuaram nas listas das aves mais frequentes avistadas no Aeroporto, de modo que se faz necessário aprofundar os estudos dessas espécies em função dos riscos iminentes que possam apresentar referente a colisões com aeronaves.

Espécie	Nome Popular	Avistamentos	%
<i>Coragyps atratus</i>	Urubu-de-cabeça-preta	8.796	24,38
<i>Estrilda astrild</i>	Bico- de -lacre	2.985	8,28
<i>Vanellus chilensis</i>	Quero-quero	2.917	8,09
<i>Leistes superciliaris</i>	Polícia – inglesa-do Sul	2.745	7,62
<i>Crotophaga ani</i>	Anu- preto	2.466	6,84
Demais espécies	-	16.163	44,79
Total	-	36.072	100,00

Tabela 2 - Percentual das espécies de aves mais frequentes, avistadas no Aeroporto Internacional de Salvador [SBSV] - Outubro de 2016 a Setembro de 2017.

Fonte: Ecosystems, 2017

Nota: Identificação taxonômica de acordo com CBRO, 2014.

Segundo Sick 2001, os principais períodos de atividade de forrageio da maioria das espécies de aves correspondiam aos turnos: matutino das 6h00 às 10h00 e vespertino das 15h00 às 17h00. A Figura 11, fonte CENIPA, relaciona as quatro espécies com maiores índices de avistamento em 2019, por faixa de horário, no aeródromo de Salvador [SBSV].

Foi observado que a partir das 06h00min, as aves iniciam as suas atividades e das 08h00min até as 09h: 00min atingiam o seu pico máximo de atividade. No horário de meio-dia, observou-se um número mínimo de indivíduos e a partir das 13h: 00min, o número começava a se elevar, atingindo o pico máximo às 15h: 00min, quando o sol ficava menos intenso. Os locais com maiores registros de avistamentos de fauna no aeródromo, correspondiam a áreas com focos atrativos como, por exemplo, áreas sujeitas a alagamento, extensas áreas gramadas e áreas antropizadas (CENIPA, 2017).

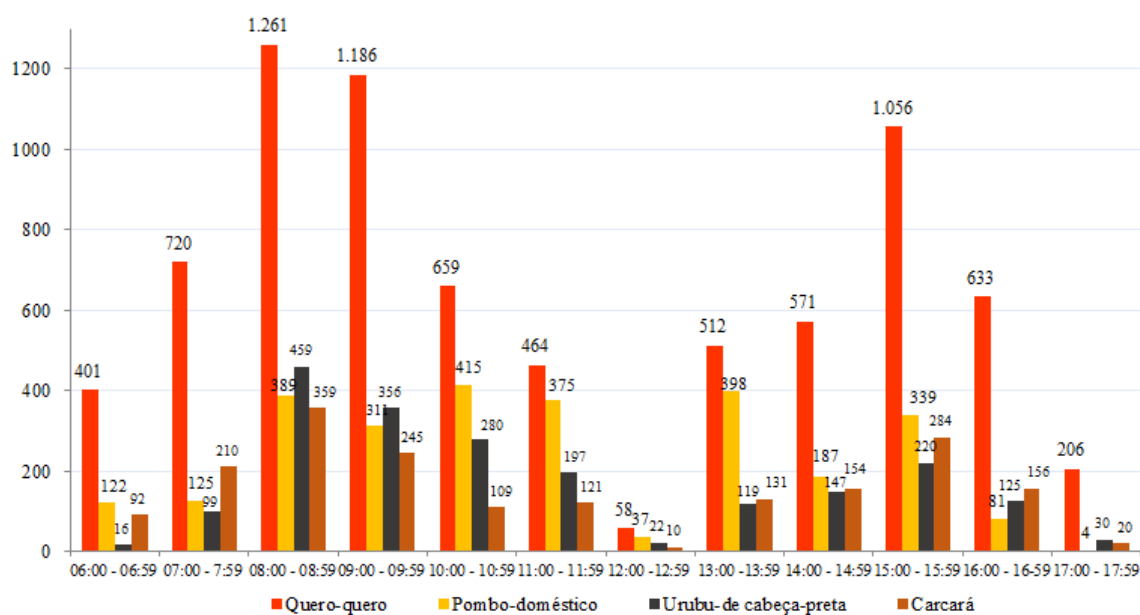


Figura 11 - Número de Avistamentos das espécies de aves mais, frequentes no SBSV (BA), segundo faixas de horário - Ano de 2019.

Fonte: [CENIPA]. 2021

Vale destacar que dentro desse local aeroportuário existem pontos utilizados por diversas espécies da fauna, em especial para avifauna, como, áreas alagadas, a presença de riacho, extensas áreas gramadas, áreas com árvores nativas ao redor das pistas, árvores frutíferas e outras áreas como galpões que são utilizados como locais de descanso e poleiros. No seu entorno está localizado o Parque das Dunas, um ecossistema de restinga que está inserido na APA Lagoas e Dunas do Abaeté com área de aproximadamente seis milhões de metros quadrados. O local corresponde, portanto, a um rico potencial em diversidade de espécies de aves, mamíferos e répteis (Lima, P.C. 2019)

3.2 Análises de Risco de Colisão com Fauna – ARF

A Análise do Risco de Colisão com Fauna [ARF], é um instrumento com a finalidade de identificar as espécies que provocam maiores riscos às operações aéreas em um determinado aeródromo. A Análise do Risco apresentada na Tabela 3 foi obtida através de dados do ano 2019, e seguiu a metodologia descrita na Instrução Suplementar (IS) nº 164-001 – [ANAC], na qual foram considerados dez fatores para cada espécie-problema. Os dados foram provenientes do monitoramento de fauna realizado no aeródromo (vistorias e censos faunísticos no período de outubro de 2018 a julho 2022). As espécies classificadas como risco alto e muito alto requerem que medidas imediatas sejam aplicadas, de modo a reduzi-los. As espécies classificadas como médio risco requerem que medidas mitigadoras de menor intensidade sejam implantadas ou, no caso de revisão do Plano de Gerenciamento de Risco de Fauna [PGRF], que as medidas mitigadoras já existentes sejam mantidas e possivelmente incrementadas devendo se acompanhadas com frequência, de modo a não permitir o aumento do risco. As espécies consideradas de nível de risco baixo implicam em um nível aceitável de risco, não requerendo novas medidas mitigadoras, porém um permanente monitoramento (CENIPA, 2017).

A análise de risco da fauna com base nos resultados das espécies mais frequentes e das espécies envolvidas em colisões no período de janeiro de 2013 a dezembro de 2017, no Aeroporto Internacional de Salvador, avaliou o grau do risco que cada um desses indivíduos representava para as operações do mesmo. (Tabela 3). Foram avaliadas 21 espécies de acordo com os critérios estabelecidos na Matriz de Risco proposta por (Villareal, 2008). Pode-se observar que: cinco espécies demonstraram risco muito alto, seis demonstraram risco alto e cinco registraram risco médio para o SBSV, sendo o urubu-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*) com 22 pontos; Carcará (*Caracara plancus*) com 19 pontos; o quero-quero (*Vanellus chilensis*) com 18 pontos; urubu-de-cabeça-amarela (*Cathartes burrovianus*) com 18 pontos e o urubu-de-cabeça-vermelha (*Cathartes aura*), com 16 pontos (Costantini, L. 2019).

Espécie	Nome popular	Nota	Risco
<i>Coragyps atratus</i>	Urubu-de-cabeça-preta	22	Muito alto
<i>Caracara plancus</i>	Carcará	19	Muito alto
<i>Vanellus chilensis</i>	Quero-quero	18	Muito alto
<i>Cathartes burrovianus</i>	Urubu-de-cabeça-amarela	18	Muito alto
<i>Cathartes aura</i>	Urubu-de-cabeça-vermelha	16	Muito alto
<i>Ardea alba</i>	Garça-branca-grande	15	Alto
<i>Tachycineta albiventer</i>	Andorinha-do-rio	13	Alto
<i>Leistes superciliaris</i>	Polícia-inglesa-do-sul	13	Alto
<i>Progne chalybea</i>	Andorinha-doméstica-grande	12	Alto
<i>Athene cunicularia</i>	Coruja-buraqueira	12	Alto
<i>Egretta thula</i>	Garça-branca-pequena	11	Alto
<i>Guira guira</i>	Anum-branco	9	Médio
<i>Crotophaga ani</i>	Anum-preto	8	Médio
<i>Estrilda astrild</i>	Bico-de-lacre	8	Médio
<i>Aramus guarauna</i>	Carão	8	Médio
<i>Chaetura meridionalis</i>	Andorinhão-do-temporal	7	Médio

Tabela 3 - Grau de risco das espécies de aves mais frequentes e com ocorrência em colisões no Aeroporto Internacional de Salvador [SBSV]- Período de 2013-2017, baseada na matriz de risco proposta por (Villareal, 2008).

Fonte: Costantini, L. (2019)

A Tabela 4 a seguir, apresenta o grau de risco das espécies de aves mais frequentes e com ocorrência em colisões no Aeroporto Internacional de Salvador [SBSV] no ano de 2019, também baseada na Matriz de Risco proposta por Villareal (2008).

Comparando-se os dados do período de 2013-2017 (Tabela 3) com os dados do período de 2019, (Tabela 4), verifica-se que o quero-quero (*Vanellus chilensis*) e urubu-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*) saíram da posição de risco muito alto para risco alto, sendo as únicas espécies a ocuparem este nível. O carcará (*Caracara plancus*) passou a ocupar o grau de risco médio.

Espécie	Nome popular	Nota	Risco
<i>Vanellus chilensis</i>	Quero-quero	11	Alto
<i>Coragyps atratus</i>	Urubu-de-cabeça-preta	11	Alto
<i>Caracara plancus</i>	Carcará	9	Médio
<i>Columba livia</i>	Pombo-doméstico	8	Médio

Espécie	Nome popular	Nota	Risco
<i>Ardea alba egretta</i>	Garça-branca-grande	6	Médio
<i>Cathartes burrovianus</i>	Urubu-de-cabeça-amarela	6	Médio

Tabela 4 - Grau de risco das espécies de aves mais frequentes e com ocorrência em colisões no Aeroporto Internacional de Salvador [SBSV] - Ano de 2019, com base na Matriz de Risco proposta por Villareal (2008).

Fonte: ANAC, 2021

3.2.1 Colisões Envolvendo Avifauna no Aeroporto Internacional de Salvador

A Figura 12 apresenta os dados de colisões envolvendo avifauna dos últimos cinco anos no Aeroporto Internacional de Salvador [SBSV]. Ressalta-se que o número de reportes pode não condizer com o número de ocorrências que efetivamente aconteceram, pois muitas vezes o piloto, tripulação ou pessoal da administração aeroportuária não realizava o registro. Uma estimativa internacionalmente reconhecida relata que apenas 30,0% das colisões que efetivamente ocorrem são reportadas ao CENIPA. Essa baixa adesão de reportes pode ser diminuída com treinamento periódico aos provedores de informação (tripulantes, mecânicos, agentes do aeroporto, controladores de tráfego aéreo etc.) que estão em contato direto com eventos no aeródromo ou nas aeronaves (Santos et al, 2021).

O fator que mais limita o gerenciamento eficiente de risco de fauna é a falta de identificação de espécies envolvidas em cada evento. Segundo (Novaes & Cintra, 2015) apenas 53,0% das colisões são identificadas, e que, no entanto, nem sempre houve identificação ao nível de espécie.

Identificar as espécies é de fundamental importância para elaborar medidas de mitigação dos riscos de fauna em aeródromos. A partir do terceiro trimestre de 2018 em diante, todas as ocorrências de colisões com fauna do SBSV, foram reportadas no site do CENIPA e mais de 95,0% das espécies envolvidas em colisões foram identificadas quanto a espécie. A Figura 10 apresenta a evolução dos registros de colisões envolvendo avifauna no SBSV no período de 2015 a 2019.

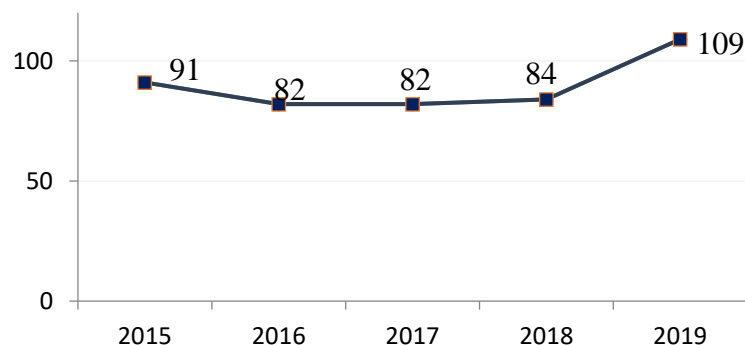


Figura 12 - Resultados de colisões envolvendo avifauna e aeronaves no Aeroporto Internacional de Salvador [SBSV] - Período 2015- 2019

Fonte: CENIPA, 2020

Análise de colisões, entre janeiro de 2013 a dezembro de 2017, reportou ao CENIPA 415 colisões, entre aves e aeronaves, no SBSV. Todos os incidentes reportados no período analisado ocorreram dentro e/ou na fase de aproximação do SBSV. Das colisões registradas, 199 delas (47,95%) não continham informações sobre a espécie envolvida no incidente, portanto, não sendo possível realizar o registro adequado da informação. Dos incidentes em que foi possível identificar a espécie, o carcará (*Caracara plancus*) teve a maior frequência (22,65%), seguido do quero-quero (*Vanellus chilensis*) 7,47%, coruja-da-igreja (*Tyto furcata*) 4,10%, urubu-de cabeça-preta (*Coragyps atratus*) 2,17%, e a família *Cathartidae* (urubus) com 1,93% (Tabela 5).

Espécie	Nome popular	Colisões	Ranking	%
<i>Caracara plancus</i>	Carcará	94	1	22,65
<i>Vanellus chilensis</i>	Quero-quero	31	2	7,47
<i>Tyto furcata</i>	Coruja-de-igreja	17	3	4,10
<i>Coragyps atratus</i>	Urubu-de-cabeça-preta	9	4	2,17
<i>Mamíferos</i>	-	9	5	2,17

Espécie	Nome popular	Colisões	Ranking	%
Familia <i>Cathartidae</i>	-	8	6	1,93
<i>Cathartes burrovianus</i>	Urubu-de-cabeça-amarela	7	7	1,69
Répteis	-	7	8	1,69
<i>Athene cunicularia</i>	Coruja-buraqueira	5	9	1,20
Familia <i>Acciptridea</i>	-	4	10	0,96

Tabela 5 - Espécies mais envolvidas em colisões com aeronaves, no Aeroporto Internacional de Salvador [SBSV], no período de 2013 a 2017.

Fonte: CENIPA/INFRAERO, (2017)

3.2.2 Ranking Brasileiro de Severidade Relativa de Espécies de Fauna

A severidade relativa de referência utilizada no Brasil é o Ranking Brasileiro de Severidade Relativa de Espécies de Fauna (Novaes, W.G., 2022), disponibilizado pelo CENIPA, o qual atua como gestor do banco de dados nacional de risco de fauna. A análise das informações registradas no SIGRA em nível nacional é a base científica do Ranking Brasileiro. Para a configuração do Ranking foram considerados os dados de colisões registrados entre os anos de 2011 e 2020, no qual foram utilizados os dados de reportes de 20.131 colisões com fauna no Brasil (Novaes, W.G., 2022).

No Ranking elaborado por Novaes, 2022, foram relacionados 78 eventos com fauna nos aeródromos brasileiros. Não foi possível registrar algumas espécies envolvidas em muitos eventos, pois, a espécie animal envolvida tinha apenas o nome da família às quais pertenciam. No caso dos morcegos, os registros eram generalizados, registrando-se apenas como morcegos, sem que fosse relacionada nenhuma família às quais pertenciam.

A ausência dos nomes de algumas espécies animais nesse estudo é justificada por (Novaes & Cintra, 2015) onde relata que apenas 53,0% das colisões são identificadas, e que, no entanto, nem sempre houve identificação ao nível de espécie. A falta de identificação de espécies envolvidas em cada evento dificulta a realização de uma lista robusta sobre as espécies de fauna, principalmente os representantes da classe das aves, uma vez que as aves equivalem ao maior número de espécies envolvidas em colisões.

A Figura 13. Relacionam o grau de risco das espécies de aves mais frequentes, com ocorrência em colisões no Aeroporto Internacional de Salvador no ano de 2019, através do seu grau de severidade relativa, baseado na lista do Ranking Brasileiro de Severidade Relativa de Espécies de Fauna (Novaes, W. G., 2022).

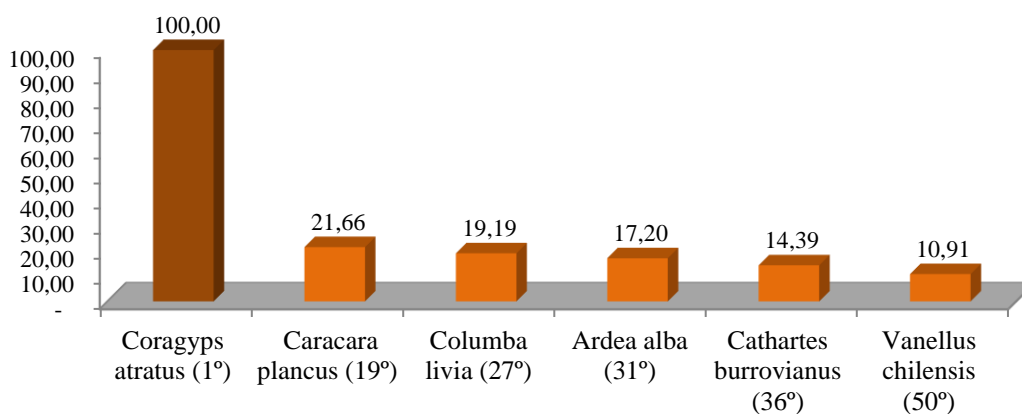


Figura 13 - Grau de Severidade Relativa das principais espécies de aves mais frequentes em colisões no Aeroporto Internacional de Salvador [SBSV], segundo o Ranking Brasileiro de Severidade Relativa de Espécies de Fauna. - Ano 2019

Fonte: Dados extraídos do Ranking Brasileiro de Severidade Relativa de Espécies de Fauna. (NOVAES, W. G. 2022).

Segundo os resultados do Ranking Brasileiro de Severidade Relativa de Espécies de Fauna. (NOVAES, W. G. 2022), o urubu-cabeça-preta (*Coragyps atratus*), foi a única espécie que ocupou a mesma posição do Ranking nacional mantendo-se no primeiro lugar, demonstrando que é considerada uma espécie de alto risco. O carcará (*C. plancus*) que ocupa o segundo lugar no SBSV, ocupa a décima nona posição (19º) no Ranking nacional, o pombo doméstico que no SBSV ocupa a terceira posição, ocupa a vigésima sete posição (27º) no Ranking nacional, a garça-branca-grande (*Ardea alba*) na quarta posição no SBSV, ocupa a 31ª posição no Ranking, o urubu-de-cabeça-amarela (*Cathartes burrovianus*) que no SBSV ocupa a quinta posição no Ranking nacional ocupa a 36ª posição e o quero-quero (*Vanellus chilensis*) sexta posição no SBSV ocupa 50ª posição a nível

nacional. Estes dados demonstram que cada aeródromo tem as suas particularidades em relação ao grau de risco de severidade da fauna e que por isso é necessário um estudo profundo da biodiversidade de cada sítio aeroportuário para que medidas sejam adotadas para mitigar os riscos de colisões com fauna.

3.2.3 Influência do Clima no Número de Colisões

De acordo com Novaes *et al* (2010), o índice pluviométrico pode influenciar no número de colisões, entretanto devido a pouca variação climática no Nordeste do Brasil, não ocorre grande variação no número de incidentes envolvendo aves e aeronaves. Apesar disso, no Aeroporto Internacional de Salvador, pôde-se observar certa relação entre o aumento da pluviosidade e o número de colisões mensais nos últimos cinco anos.

Após as chuvas, as aves tornam-se ativas principalmente para se alimentar atraídas pela disponibilidade de pequenos invertebrados e anuros. Na natureza, a reprodução dos anfíbios Anura (rãs, sapos e pererecas) é precedida por uma vocalização do macho para atrair a fêmea. O acasalamento ocorre na água, com fecundação externa. Após um período de crescimento, os girinos se transformam em imagos, ou rãzinhas, para colonizar o ambiente terrestre. Os girinos possuem estruturas semelhantes à dos peixes, para sobreviver nesse ambiente, tais como brânquias para respirar, o corpo com cauda alongada para se movimentar (Novaes *et al.*, 2010).

Durante as chuvas os córregos transbordam e inundam as áreas gramadas do aeródromo, proporcionando um excelente ambiente para a reprodução dos anuros que passa ser a base da cadeia alimentar de muitas espécies de aves e animais. Além disso, dias chuvosos e úmidos deixam as penas das aves molhadas, conseqüentemente o tempo de reação fica mais lento, podendo promover colisões (Carvalho *et al.*, 2016).

Outro fator pode estar relacionado à estação reprodutiva das aves, que muitas vezes coincide com o início da estação chuvosa, é quando há aumento significativo da atividade e quantidade de insetos e invertebrados em resposta à maior disponibilidade de recursos (Silva *et al.*, 2011). O quiri-quiri (*Falco sparverius cearae*) inicia o seu período reprodutivo no mês de setembro, após o período das chuvas, podendo se estender até o mês de março (Lima, P.C., 2011).

A Tabela 6 mostra a quantidade de acidentes mensais de aves com aeronaves no SBSV, onde se observa que a grande maioria ocorreu no período das chuvas (abril/agosto), quando as chuvas eram mais fortes.

MÊS	2015		2016		2017		2018		2019	
	PLU (mm)	COL	PLU (mm)	COL	PLU (mm)	COL	PLU (mm)	COL	PLU (mm)	COL
Jan	53	6	156	3	23	5	77	1	59	8
Fev	92	11	40	6	90	3	46	4	1	9
Mar	31	5	51	2	177	17	163	8	300	15
Abr	270	15	33	4	154	6	158	9	183	14
Mai	270	15	226	13	324	4	226	11	244	17
Jun	354	5	131	10	87	10	177	13	193	7
Jul	176	12	86	14	232	10	53	8	297	1
Ago	95	10	157	7	64	6	39	8	120	8
Set	24	4	51	4	128	6	71	5	133	6
Out	18	3	45	3	67	7	59	8	87	6
Nov	1	3	55	8	76	5	63	3	204	8
Dez	16	2	53	8	83	3	143	6	41	10
Total	1.400	91	1.084	82	1.505	82	1.275	84	1.862	109

Tabela 6 - Histórica de colisões envolvendo avifauna e aeronaves no Aeroporto Internacional de Salvador [SBSV], segundo índice pluviométrico por mês -2015-2019.

Fonte: CENIPA, 2020; INMET, 2020.

PLU = Índice Pluviométrico em mm

COL = Número de colisões

De acordo com o CENIPA, as colisões podem ser classificadas como:

- **Colisões de aves durante, o voo da aeronave:** Quanto mais pesado for a ave maior o risco. Aves com peso igual ou superior a um quilo (Carcarás e Urubus) quando colidem podem danificar a aeronave. Se for sugada pelas turbinas (motores) o dano é ainda maior.
- **Colisões durante a decolagem:** Se o dano for grande (ave sugada pela turbina) pode forçar o retorno da aeronave ao aeroporto para averiguação.
- **Colisão durante a aterrissagem:** Dependendo da gravidade, a aeronave pode ser impedida de continuar voando. Nas colisões, durante as aterrissagens e decolagens, é necessária uma intervenção rápida na pista para a remoção do animal morto ou ferido no intuito de liberar a pista o mais rápido possível.

Para minimizar os riscos de colisões entre aves e aeronaves, o Aeroporto de Salvador possui uma Equipe de Manejo de Fauna que tem como missão:

- Realizar o inventário da fauna existente no aeródromo, listar as principais espécies que podem colidir com as aeronaves;
- Realizar censos de fauna (aves) diários no entorno das pistas (transectos);
- Estudar o comportamento das espécies animais que podem causar risco à aviação;
- Desenvolver técnicas eficientes de capturas e translocações para áreas de solturas, cadastradas, situadas numa distância segura que impossibilitem o seu retorno;
- Elaborar e executar um Programa de Educação Ambiental onde, primeiro envolve o público interno: funcionários do aeródromo e das empresas terceirizadas. Em seguida, o público externo: comunidades do entorno do aeródromo. Através da educação ambiental e das técnicas de manejo de fauna espera-se obter resultados satisfatórios para uma boa segurança operacional do aeródromo.

3.2.4 Histórico do Número de Colisão com Fauna, no Aeroporto Internacional de Salvador [SBSV] - Período 2015 a 2021

A Figura 13 apresenta o histórico de colisões com fauna, no Aeroporto Internacional de Salvador, durante o período do dia, nos últimos sete anos. Pode-se observar que a maioria das colisões aconteceu no período do dia: “dia” (06h01min às 17h00), quando a maioria das espécies de aves encontra-se ativa (Pough, et al., 2008), no entanto, não devemos desprezar as colisões que podem ocorrer fora do período diurno.

Se observarmos as médias dos acidentes que ocorreram no período diurno com a média dos acidentes que ocorreram nos demais períodos, verifica-se que 63,3% das colisões no SBSV, ocorreram durante o dia e que 36,7% ocorreram durante os demais períodos.

Nos EUA, dados coletados entre 1990-2019, constataram que as colisões com mamíferos terrestres são mais frequentes durante a noite (62,0%), enquanto as colisões com pássaros são mais frequentes durante o dia (62,0 %). Aves, mamíferos terrestres e morcegos são muito mais propensos a serem atingidos durante a fase de aterrissagem (62,0%, 63,0% e 86,0%, respectivamente) em comparação à decolagem (35,0%, 33,0% e 12,0%, respectivamente) (Dolbeer et al 2021).

Nos aeródromos brasileiros foi constatado que no período das 09h às 16h foram registrados 42,0% dos reportes de colisão, 84,0% dos reportes de quase colisão e 70,0% dos reportes de avistamentos (Santos & Sousa ,2021).

Deve-se levar em conta que a quantidade de voos diurnos, no Aeroporto de Salvador, é muito superior aos voos dos demais períodos. Os voos diurnos equivalem a 75% de todos os voos. Se forem considerados, estritamente, apenas os voos diurnos os que ocorrem entre as 06h 01 min. e as 17h00min, verifica-se que no período de 2015 a 2021 ocorreram 419 colisões e nos demais período que envolvia: crepúsculo, noite, madrugada e alvorada ocorreram 240 colisões de um total de 659. Sendo assim, verifica-se 64,0% dos acidentes ocorrendo no período diurno e 36,00% nos demais períodos (Figura 14).

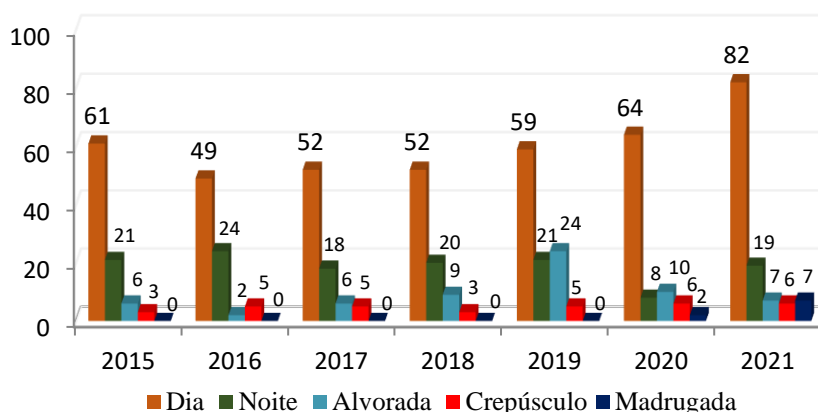


Figura 14 - Histórico de colisões envolvendo avifauna e aeronaves, por período do dia, no Aeroporto Internacional de Salvador [SBSV] - Período 2015 a 2021.

Fonte: CENIPA, 2022

Quanto ao histórico de colisões por fase de voo das aeronaves, a Figura 15 apresenta o histórico dos últimos sete anos. Observa-se que a maioria das colisões aconteceram nas fases “decolagem” e “pouso”. Isso demonstra que o problema está associado ao ambiente aeroportuário, que fornece abundância de itens alimentares, locais para pouso e nidificação, tanto próximo às pistas, quanto em áreas de vegetação nativa adjacentes. Essas são as fases mais críticas do voo, quando a aeronave está em velocidade mais baixa, com dispositivos hipersustentadores ativados e capacidade de manobra reduzida. Mesmo que a baixa velocidade minimize os danos do impacto de uma ave, a possibilidade de ingestão pelos motores é duas vezes maior do que o choque com outra parte da aeronave (Morais, 2012).

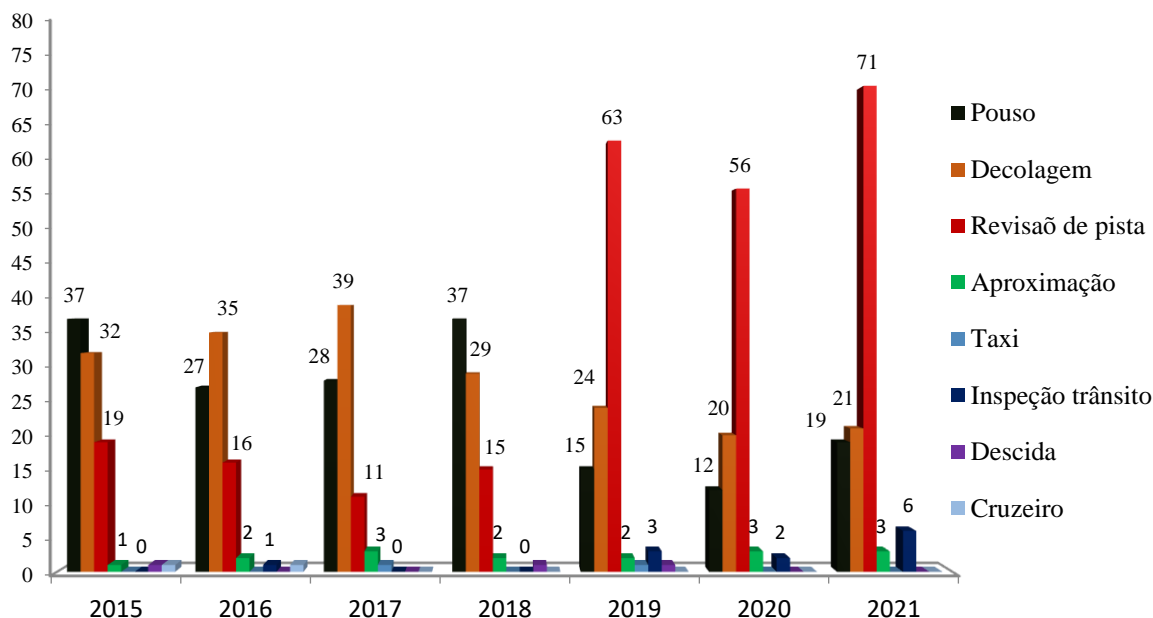


Figura 15 - Histórico de colisões envolvendo avifauna e aeronaves no Aeroporto Internacional de Salvador [SBSV], por fase do voo das aeronaves - Período 2015-2021.

Fonte: CENIPA, 2022

A Figura 15 mostra que de um total de 251 colisões de revisão de pista, reportadas no período de 2015 a 2021, 190 (76,0%), ocorreram no período de 2019 a 2021. Com o uso da nova metodologia, a partir de 2019, foram intensificados os monitoramentos de pistas nos períodos da noite, madrugada e nas primeiras horas da manhã, os animais mortos ou feridos envolvidos nas colisões noturnas, foram removidos, reduzindo-se assim o número de focos atrativos que atraíam os predadores e carniceiros que patrulhavam as pistas, logo ao amanhecer, para alimentar-se desses animais. A remoção dos animais, além de eliminar os focos atrativos, contribui para a identificação das espécies envolvidas nas colisões, levando-se em conta o horário em que o animal foi recolhido. Vale salientar que anteriormente ao período de 2018, muitas colisões não eram reportadas, uma vez que os pilotos não percebiam as colisões de baixo impacto. Quando não era possível relacionar os animais recolhidos com as aeronaves envolvidas nas colisões, os mesmos eram identificados quanto a espécie, a não ser que fossem triturados, sem deixar fragmentos que ajudassem na identificação. A falta da remoção dos animais mortos, durante a noite, atraía os predadores e carniceiros diurnos, tais como carcará (*C. plancu*) e urubus.

Na fase de pouso, observa-se que no período de 2016 a 2018, houve um total de 92 colisões, enquanto no período de 2019 a 2021, havia 46, uma redução de 50,0%. Se compararmos o número de colisões na fase da decolagem, do período de 2015 a 2018 com 103 colisões, com o período de 2019 a 2021 com 65 colisões, verifica-se que houve uma redução de 38,0% nesta fase de voo. Além disso, destaca-se o aumento do número de colisões referentes à fase de inspeção de trânsito. No período de 2016 a 2018 havia apenas uma colisão, enquanto no período de 2019 a 2021 um total de 11. É importante salientar que o aumento do número de colisões, pode estar relacionado ao uso de metodologia mais eficiente no manejo da fauna e na coleta dos dados, fato que pode ter contribuído para a intensificação do número de registros de colisões, verificado no período de 2019 a 2021 referentes a revisão de pista.

Um fato interessante a ser destacado é que os fragmentos das aves/animais que colidem com as aeronaves e ficam presos nas turbinas, trem de pouso, fuselagem etc., podem fornecer subsídios para identificar as espécies envolvidas nas colisões, identificando ainda, se a mesma pode ou não pertencer ao inventário da região, através do conhecimento referente aos seus hábitos.

Levando-se em conta o horário em que a aeronave pousa no Aeroporto, é possível aumentar a possibilidade de identificação quanto ao local a qual pertence, a espécie envolvida, utilizando o embasamento teórico a respeito dos hábitos da mesma.

Exemplificando este fato, destacamos o evento ocorrido no dia 20 de abril de 2021, quando uma aeronave aterrissou às 06h: 18m no Aeroporto de Salvador [SBSV], com fragmentos de uma ave, identificada, posteriormente, como uma coruja-de-orelha (*Asio clamator*), presa no trem de pouso. Levando-se em conta o horário da aterrissagem da aeronave (dia), deduziu-se

que evento ocorreu durante a decolagem (noite), uma vez que esta espécie de coruja possui hábito exclusivamente noturno. Sendo assim, conclui-se que a colisão não ocorreu na aproximação com o Aeroporto de Salvador, durante o dia e sim no Aeroporto do qual a aeronave decolou, durante o período da noite. As Figuras 16 e 17 mostram os fragmentos da ave, uma coruja, envolvida na colisão.



Figura 16 - Fragmento de Coruja-de-orelha (*Asio clamator*), presos nas ferragens do trem de pouso de uma aeronave (esquerda).

Figura 17 - Registro dos fragmentos da coruja-de-orelha, envolvida na colisão com a aeronave (direita).

Fotos: Pedro Lima

A Associação Brasileira das Empresas Aéreas [ABEAR] registrou 692 acidentes em 2021, causados por colisões com aves e animais nas proximidades de aeroportos brasileiros, deste total de casos, 13,0% geraram danos às aeronaves (Silva & Sousa, 2021).

A Figura 18 mostra a evolução do número de colisões aéreas, com animais, nos períodos diurno e noturno, no Aeroporto Internacional de Salvador no período de 2014 a 2021.

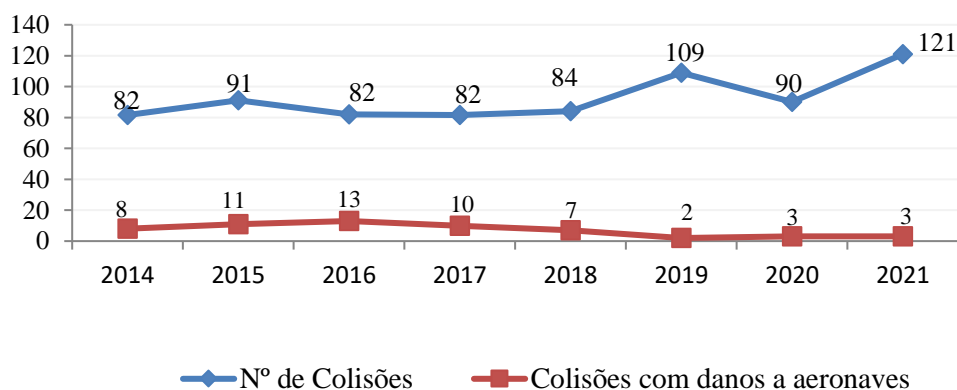


Figura 18 - Evolução do número de colisões aéreas, com animais, períodos diurno e noturno, no Aeroporto Internacional de Salvador - Período 2014 -2021.

Fonte: CENIPA, 2022.

Observa-se, através da Figura 18, uma redução do número de colisões com danos a aeronaves, sendo a média do período de 2016-2018 igual a 10, enquanto a do período de 2019 a 2021, igual a aproximadamente 2,7. Comparando-se o período de 2016-2018 com 30 colisões com danos a aeronaves, com o período de 2019-2021 com um total de 8 colisões, verifica-se uma redução de 73,3% .

No decênio 2011-2020, 14,0% das fichas de colisão do CENIPA registraram a ocorrência de acidentes com danos e/ou prejuízos às aeronaves e mais de 13,0% afirmaram que os danos e/ou prejuízos foram indeterminados. No entanto, do universo das fichas que registraram danos e/ou prejuízos, apenas 47,0 % informaram o cálculo de custos diretos e indiretos (Sindicato Nacional das Empresas Aeroviárias [SNEA]).

No período de 2014 a 2018, antes da adoção de novas técnicas de manejo de fauna no Aeroporto de Salvador [SBSV], foram reportadas 421 colisões, sendo que em 168 (40,0%) delas não foram identificadas as espécies. No período de 2019 a 2021, após a adoção das novas técnicas de manejo, foram registradas 320 colisões, sendo que 46 (14,0%) delas constam no site do CENIPA, como não identificadas. Do total de espécies sem identificação, 29 (61%) eram referentes a quirópteros (morcegos). Apesar de não constar na lista do CENIPA os nomes das espécies dos quirópteros, todos foram identificados quanto a espécie a qual pertenciam. Se estes dados fossem lançados no CENIPA, com a devida classificação, o número de eventos de espécies não identificadas cairia de 46 para 17, representando o equivalente a apenas 5% de espécies não identificadas (Tabela 10).

Dos 320 eventos referentes a colisões, em apenas um não foi identificada a espécie, um representante da família *Caprimulgidae* o qual foi triturado pelo motor da aeronave, Dos 17 eventos restantes, reportados pelos pilotos, os animais envolvidos nas colisões não foram encontrados nas vistorias de pistas (Tabela 7).

Família	Acidentes com danos								Peso (g)
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	média
FAMÍLIA ARDEIDAE									
<i>Tigrisoma lineatum</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	1000
<i>Ardea alba</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	1500
<i>Nycticorax nycticorax</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	800
FAMÍLIA CATHARTIDAE									
<i>Coragyps atratus</i>	2	5	0	0	0	1	1	2	2000
<i>Cathartes burrovianus</i>	0	0	3	4	1	0	1	0	800
<i>Cathartes aura</i>	1	1	0	1	0	0	0	1	850
NÃO IDENTIFICADO	4	1	1	1	0	0	1	0	
FAMÍLIA ACCIPITRIDAE									
<i>Geranoaetus albicudatus</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	800/1100
<i>Rupornis magnirostris</i>	0	0	0	0	0	1#	0	0	250
NÃO IDENTIFICADO	1	2	1	0	0	0	0	0	
FAMÍLIA FALCONIDAE									
<i>Falco femoralis</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	
<i>Falco peregrinus</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	600/800
<i>Falco sparverius</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	90/110
<i>Caracara plancus</i>	24	15	17	11	10	22#	33	20	700/1000*
NÃO IDENTIFICADO	1	0	0	0	0	0	0	0	
FAMÍLIA ARAMIDAE									
<i>Aramus guarauna</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1000/1350*
FAMÍLIA JACANIDAE									
<i>Jacana jacana</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	150
FAMÍLIA CHARADRIIDAE									
<i>Vanellus chilensis</i>	8	4	5	5	19	29	11	31	250
FAMÍLIA COLUMBIDAE									
<i>Columbina talpacoti</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	45
<i>Columba livia</i>	0	0	0	0	0	2	1	1	300
FAMÍLIA COLUMBIDAE									
<i>Guira guira</i>	0	0	1	1	0	0	0	0	150
FAMÍLIA TYTONIDAE									
<i>Tyto furcata</i>	3	7	3	2	4	5	1	2	390
FAMÍLIA STRIGIDAE									
<i>Athene cunicularia</i>	0	2	0	3	2	0	1	8	150/170*
NÃO IDENTIFICADO	0	1	0	0	1	0	0	0	
FAMÍLIA CAPRIMULGIDE									
<i>Nannochordeiles pusillus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	35

<i>Podager nacunda</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	160
NÃO IDENTIFICADO	0	0	0	0	0	0	0	1	
FAMÍLIA APODIDAE									
<i>Chaetura meridionalis</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	16
FAMÍLIA TYRANNIDE									
<i>Tyrannus melancholicus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	30
<i>Pitangus sulphuratus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	57
FAMÍLIA HIRUNDINIAE									
<i>Progne tapera</i>	0	0	1	0	0	2	4	3	29
<i>Progne chalybea</i>	0	0	0	1	1	0	0	1	52
<i>Tachycineta albiventer</i>	0	0	0	1	0	9	10	17	22
NÃO IDENTIFICADO	0	1	1	0	0	0	0	0	
FAMÍLIA MIMIDAE									
<i>Mimus gilvus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	57
FAMÍLIA MOTACILIDAE									
<i>Anthus chii</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	14
FAMÍLIA TURDIUADE									
<i>Turdus leucomelas</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	60
FAMÍLIA ICTERIDAE									
<i>Leistes superciliaris</i>	0	1	0	0	2	2	0	2	50
AVES NÃO IDENTIFICADAS	36	46	39	49	44	19	12	16	-
QUIRÓPTEROS (Morcegos)	0	0	0	0	0	8	7	8	-
SERPENTES									
<i>Boa constrictor</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	-
MAMÍFEROS									
<i>Cerdocyon thous</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	-
Outros (mamíferos > 1,5 kg)	0	0	2	0	0	0	0	0	-
Cachorro-doméstico	1	2	3	0	0	0	0	0	-
Outros (mamíferos > 1,5 kg)	0	0	2	0	0	0	0	0	-
RÉPTEIS									
<i>Mesoclemmys tuberculata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	-
Outros (répteis > 1,5 kg)	1	1	1	1	0	0	0	0	-

Tabela 7 - Evolução do número de colisões de fauna com aeronaves períodos diurno e noturno, no Aeroporto Internacional de Salvador [SBSV], segundo espécies de animais e suas massas corpóreas - Período 2014-2021.

Fonte: CENIPA 2022.

(*) A diferença está relacionada ao sexo das espécies, pois existem diferenças dos pesos dos machos e fêmeas nas aves de rapina.

Considerando-se todas as 162 espécies de aves que ocorreram na área do Aeroporto de Salvador (APÊNDICE A), 47 destas já foram envolvidas em colisões com aeronaves, isto equivale 29,0% das aves registradas no Aeroporto. Vale destacar que apenas 14 dessas aves (8,6%) possuíam massa corpórea igual ou superior a 250g, sendo capazes de causar danos graves em aeronaves. Seis dessas espécies (3,7%) possuíam massa corpórea igual ou superior a um kg e apenas uma possui massa corpórea de dois kg (aves com massa corpórea superior a um kg podem causar danos mais graves a aeronaves).

4 AÇÕES DE MANEJO

Com o objetivo de controlar e reduzir o potencial risco de colisões de espécimes da fauna com aeronaves estão descritas a seguir as ações sugeridas pelo CENIPA.

4.1 Manejos do ambiente preferencial

Dentro do sítio aeroportuário existem áreas e focos atrativos e o manejo desses ambientes preferenciais consiste na execução de procedimentos que promovam alterações graduais no ambiente existente, tornando-o pouco atrativo às espécies de aves. Os gramados em aeroportos são um dos mais importantes focos de atração para várias espécies de aves e animais considerados de risco Muito alto, Alto e Médio tais como carcarás (*C. plancus*) e o quero-quero (*Vanellus chilensis*). O corte baixo da grama deve ser evitado com objetivo de diminuir a atração de aves (principalmente quero-queros e carcarás) a estes locais. Devem ser evitados tipos de gramas que geram grande quantidade de sementes e que não ofereçam densa cobertura do solo.

4.2 Eliminações de áreas úmidas

A água é um elemento essencial a todos os seres vivos, devendo ser evitado o seu acúmulo no lado-ar (área destinada à movimentação das aeronaves) dos aeródromos, ou eliminado o acesso pela fauna. Obras de drenagem, recorte das áreas úmidas, compactação e replantio da grama poderão ser realizados objetivando reduzir fontes de alimento (artrópodes, anelídeos, moluscos e anuros) para espécies como o quero-quero (*Vanellus chilensis*) e carcará (*Caracara plancus*). Essa ação deverá ser realizada de acordo com a legislação e autorização do órgão ambiental competente. (CENIPA, 2017).

4.3 Afugentamentos com usos de artifícios sonoros e visuais de dissuasão e a técnica de translocação

Técnicas de afugentamento são desenvolvidas para tornar uma determinada área não atrativa e perturbadora para as aves. Essas técnicas, na maioria das vezes, afastam os animais provisoriamente, uma vez que elas retornarão assim que o local se tornar acessível novamente (Netzel et al, 2004).

Inicialmente deverão ser confirmadas as áreas específicas para realização das atividades de afugentamento, atentando para um esforço mais acentuado próximos das cabeceiras das pistas de pouso e decolagem, e áreas próximas às pistas que apresentam um histórico de maior densidade de aves no local de estudo. Durante o desenvolvimento desta atividade deverão ser feitas estimativas da população de aves alvo dos procedimentos de afugentamento, a fim de se obter informações sobre a situação atual que possibilitem comparações ao longo do monitoramento da avifauna no sítio aeroportuário.

Técnicas de repelência devem ser projetadas para tornar a área ou os recursos desejados pela vida selvagem pouco atraente ou torná-la desconfortável. Em longo prazo, o custo-benefício da repelência geralmente não se compara favoravelmente às técnicas de modificação ou exclusão de habitat. Os animais irão retornar aos focos atrativos enquanto eles estiverem acessíveis (Cleary & Dolbeer, 2005).

As técnicas de modificação, exclusão e repelência de habitat estão entre as primeiras ações a serem tomadas em qualquer Plano de Gerenciamento de Risco de Fauna (PGRF), mas estas ações não irão resolver todos os problemas (Cleary & Dolbeer, 2005). Medidas de controle de população têm que ser aprovadas no Plano de Manejo de Fauna em Aeródromo (PMFA), podendo envolver captura, translocação e/ou abate de indivíduos das espécies-problema que apresentem resistência ao abandono dos locais de operação das aeronaves (Oliveira, 2017).

As técnicas de abate recomendadas para o controle de fauna em aeródromos são coleta ou destruição de ninhos ou ovos e o abate por arma de pressão ou arma de fogo (Oliveira, 2017). Esta técnica é mais eficaz sobre espécies-problema com comportamento territorial, e o abate não autorizado ou recreacional é proibido por lei (Oliveira, 2017). Geralmente é a última técnica a ser implantada em um aeroporto após a implementação das outras técnicas (Cleary & Dolbeer, 2005). O abate por si só não reduz populações, pois, outras aves irão ocupar o território das aves que foram abatidas. A utilização desta técnica, cruel por um período muito longo, acarreta a morte de muitos animais.

Aves e aeronaves sempre irão compartilhar o céu, e haverá sempre risco de colisão entre as duas. Para diminuir este risco, os aeroportos precisam ser gerenciados, minimizando seus atrativos para as aves. Diversas estratégias são eficientes para o controle a longo-prazo e alívio imediato em uma situação de risco, diminuindo a necessidade do uso de técnicas letais (Cleary, Dolbeer, 2005).

A presença de fauna exige um monitoramento por pessoas treinadas, constantemente na área interna e periodicamente na área externa do aeródromo, assim, podendo detectar rapidamente os problemas que permitem a aplicação da hierarquia de controles na área interna, atuando juntamente ao poder público na área externa (Oliveira et al., 2016). Não basta apenas possuir técnicos treinados, é necessário embasamento científico e um bom entrosamento com os órgãos ambientais. A soltura de fogos de artifícios é uma técnica amplamente utilizada em aeroportos brasileiros e internacionais. Para a utilização dos artifícios pirotécnicos os profissionais precisam estar qualificados, treinados e utilizar os equipamentos de proteção individual, assegurando a operação de modo seguro. O uso dessa técnica pode causar lesões físicas e o abate do animal.

No ano de 2018 o aeroporto de Salvador utilizou uma média de 90 rojões por mês. Nesse mesmo período foram registradas sete colisões com danos a aeronaves, havendo um total de 16 horas de pista impraticável. A técnica dos fogos de artifício requer muito tempo dos técnicos da equipe de estudo da fauna, contribuindo para um número alto de pista impraticável.

Em 2018, o Aeroporto de Salvador deixou de praticar as técnicas de repelência e começou a adotar a técnica da translocação de fauna que havia sido aprimorada por (Lima, P.C. et al, 2005, Lima,P.C.,2005). No período de 2016-2018 houve 30 colisões com danos a aeronaves. Após o aprimoramento da técnica de manejo de fauna e a adoção da técnica da translocação de fauna (2019-2021), houve apenas oito colisões com danos, equivalente a uma redução de 73,0% em relação ao período de 2016 a 2018 (Figura 19).

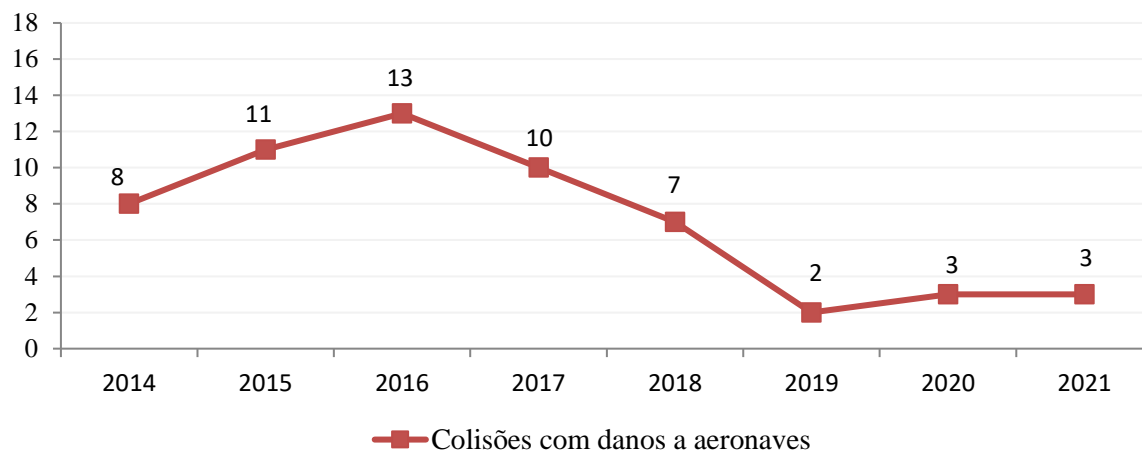


Figura 19 - Histórico de Colisões com danos a aeronaves, no Aeroporto de Salvador [SBSV], no período de 2014 a 2021.
Fonte: CENIPA 2022

Em relação ao número de horas de pista impraticável, em 2019 correspondia a 06h:21, havendo uma redução de 60% em comparação ao ano de 2018 (16h) CENIPA, 202. No ano de 2018 foram capturadas 158 aves, através de armadilhas e técnicas padrões, utilizadas pelos demais aeroportos brasileiros. Após a realização de estudos do comportamento das principais espécies problemas, e a criação de novas técnicas de capturas, foi possível capturar 1.538 aves de 32 espécies diferentes, no ano de 2019. Até meados do ano de 2022 foram capturadas 5.743 aves de 46 espécies.

A figura figura 20 mostra Número de aves capturadas, mensalmente, no Aeródromo Salvador [SBSV] no ano de 2019.

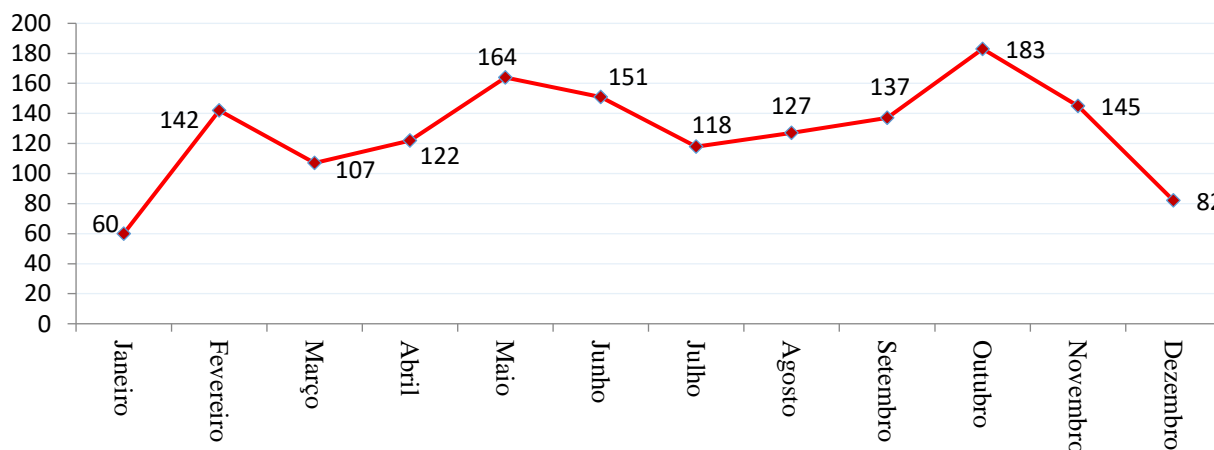


Figura 20 - Número de aves capturadas, mensalmente, no Aeródromo Salvador [SBSV] – Período Janeiro a dezembro de 2019
Fonte: SBSV 2022.

4.4 Manejos de indivíduos de espécies problema

4.4.1 A grama como atrativo para as espécies problema

Os aeroportos apresentam alguns dos melhores habitats remanescentes de aves de pastagem, os seus gramados são excelentes áreas de forrageamento, alimentação e reprodução para várias espécies de aves. Muitas espécies que dependem de habitats de pastagem ou savana vêm declinando globalmente. Na América do Norte, durante os últimos 25 anos houve um declínio acentuado das aves de pastagens (Askins et al. 2007). Um dos principais centros atrativos para as aves são as gramíneas.

A grama é utilizada na faixa de pista, com os intuitos de evitar erosão, facilitar a drenagem de águas pluviais, área de segurança e retenção de objetos estranhos e principalmente manter a área livre de obstáculos caso uma aeronave saia da pista. A grama proporciona um habitat perfeito para: insetos, pequenos animais, Anelídeos (minhocas), répteis e anfíbios que formam a base de uma pirâmide alimentar que atrai várias espécies de aves de pequeno, médio porte e por fim os predadores de topo de cadeia: as aves de rapina.

A translocação das espécies não reduz definitivamente a quantidade de indivíduos, a menos que seja uma espécie que possui naturalmente uma baixa população, outros indivíduos ocuparam o nicho desocupado, uma vez que tenham acesso à água, alimento e abrigo. Desta maneira, a técnica de translocação sendo implantada, deverá ter continuidade, para que não haja grandes aglomerações que possam pôr em risco as operações de pouso e decolagem. A seguir estão descritos os procedimentos de captura aplicados no manejo das espécies problema das aves mencionadas:

➤ Manejo de quero-quero (*Vanellus chilensis*)

O quero-quero (*Vanellus chilensis lampronotus* - Wagler, 1827), pertence à família *Charadriidae*, é uma espécie frequente nos gramados dos aeroportos brasileiros e é considerada uma espécie de alto risco para a aviação. Ocorre no Chile, Argentina e no Brasil, em quase todos os estados, do Amazonas para o sul, até o Rio Grande do Sul. É o representante mais comum dessa família e distribuído em diversos ecossistemas: restingas, cerrado e manguezal, sempre em áreas abertas. O ninho consta de uma cavidade contendo pouco material; a postura pode ser de três a quatro ovos, no entanto já foram descobertos ninhos contendo sete ovos. Assim que nascem, os filhotes são bastante ativos e quando alertados pelos pais, se escondem no meio da vegetação ficando imóveis por um longo tempo. Fingem que estão com as asas quebradas e se arrastam pelo solo como se estivessem feridos, para despistar os predadores do local do seu ninho ou dos pequenos filhotes. São aves barulhentas que estão sempre sonorizando, seja durante o dia ou à noite, principalmente quando um intruso entra em seu território (Lima, P.C., 2006).

Para reduzir as colisões, o aeroporto investiu na modificação do ambiente aeroportuário visando reduzir a atratividade da fauna, baseando-se no estudo do comportamento das espécies, visando entender a interação fauna e flora, e predador versus presa.

O manejo do quero-quero (*Vanellus chilensis*), espécie representada através da Figura 20 era realizado basicamente através de ações de redução de focos atrativos (áreas gramadas, úmidas etc.), uma vez que o quero-quero está associado ao porte baixo das gramíneas, na área do aeroporto, onde normalmente realiza voos curtos. Vale destacar o estudo de (Santos et al, 2017), sobre a cobertura vegetal no Aeroporto Internacional Presidente Juscelino Kubitschek, relacionado às colisões com fauna, testando três alturas e tratamentos de corte de gramas, com o objetivo de orientar a manutenção de áreas gramadas em aeródromos tropicais. Os resultados demonstraram que durante o corte, da área de grama curta atraía mais aves que a área de grama longa. Portanto, cortar a grama mais próxima ao solo contribui para aumentar a abundância de aves em determinado ambiente. É possível reduzir ocorrências aeronáuticas envolvendo quero-quero (*V. chilensis*) e carcarás (*C. plancus*) em aeródromos com o uso de grama alta (> 30 cm, em relação à utilização de grama curta, que deverá ser cortada em menores intervalos de tempo (Santos et al, 2017). A Figura 21 mostra um quero-quero translocado e a Figura 22 um outro se alimentando em um campo de grama baixa.



Figura 21 - Quero-quero (*Vanellus chilensis*), translocado, marcado com anilha de metal, CEMAVE) e anilhas de plásticas coloridas (esquerda);



Figura 22 - quero-quero alimentando-se em área de grama baixa (direita)

Fotos: Lima, P.C.

Monitorar e controlar a altura de grama é um procedimento que previne riscos de fauna em aeroportos. Alturas diferentes atraem espécies diferentes, algumas de maiores ou menores riscos. Foi realizado um experimento no Aeroporto Internacional de Salvador [SBSV], onde foi calculada a abundância e a média de quero-quero (*V. chilensis*) em quadrantes do aeródromo, nos quais a grama foi mantida alta, um pouco acima de 15 cm e baixa, cortada com altura igual ou inferior a cinco centímetros. O experimento concluiu que os quadrantes que mantiveram a grama baixa, obtiveram as maiores abundâncias de quero-quero (L, J e K), com uma média de 125 aves. Os quadrantes que mantiveram a grama alta (H, I, O, N e M) obtiveram as menores abundâncias com uma média de 44 aves (Figura 23).

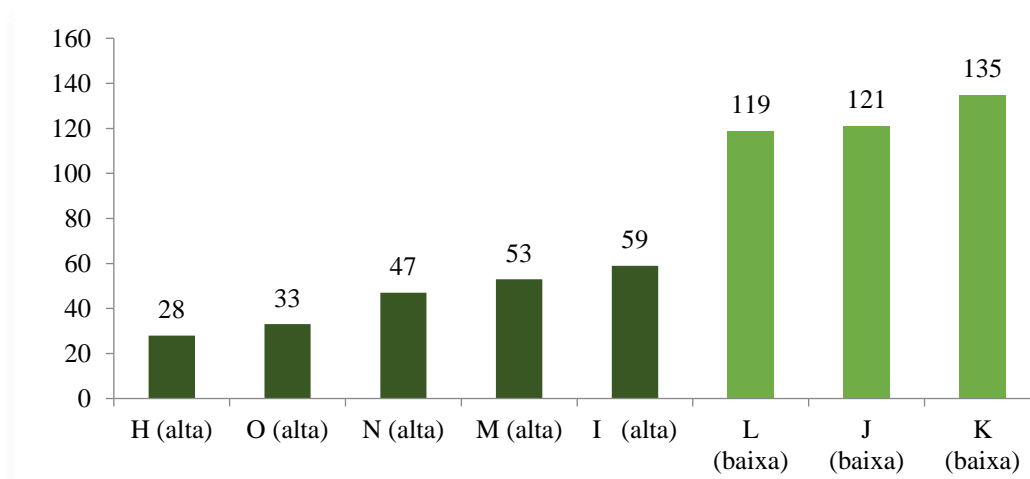


Figura 23 - Quantitativos de quero-quero (*V. chilensis*), distribuídos por quadrantes do Aeroporto Internacional de Salvador [SBSV], conforme tamanho da grama (alta; baixa) - Período: abril a junho de 2021.

Fonte: Lima, P.C., 2021

Os resultados confirmaram que a altura de grama igual ou superior a 15 cm é eficiente no controle populacional de quero-quero (*V. chilensis*). O controle da grama foi o método mais eficiente para reduzir a presença de quero-quero (*V. chilensis*) no aeródromo de Salvador [SBSV].

A altura, ou regime de corte da grama é uma alternativa de baixo custo e alta eficiência, entretanto, não existe um consenso sobre a altura de grama ideal. Esse fato ocorre também nos EUA, onde existem alguns estudos sobre o tema, mas não existe um acordo entre os autores (Souza, 2002). Sendo assim, cada aeródromo deverá investigar a melhor altura através de experimentos.

O experimento utilizado no SBSV, para a redução da abundância de quero-quero, referente ao manejo da grama contou ainda com os seguintes procedimentos:

- Captura com utilização de redes de neblina, armadilha de caixa, armadilha de tarrafa e tomahawk;
- Realocação de quero-queros para áreas dotadas de ecossistemas semelhantes aos da área onde foram capturados (gramados e áreas alagadas) distantes acima de 90 km do sítio aeroportuário;
- Nas áreas sujeitas às atividades de captura de quero-queros, foi investigada a presença de ninhos e filhotes, seguindo com a remoção destes. Os ovos foram colocados em chocadeiras automáticas, até o nascimento.
- Os filhotes foram mantidos em viveiro aclimatado com temperatura em torno de 33°C, para evitar hipotermia e onfalite (inflamação aguda desenvolvida no nível do umbigo), frequente em recém-nascidos (Lima, P.C., 2011). Os filhotes foram criados com alimentação a base de insetos, minhocas ou proteína animal até alcançarem 50 dias de vida, quando então foram translocados para a área de soltura apropriada. (Figuras 24, 25, 26, 27).



Figura 24 - Filhote de quero-quero nascido em chocadeira (esquerda) ;

Figura 25 - Filhote de quero quero alimentando-se num terrário (direita)**Figura 26** - Filhote de quero-quero com 60 dias de vida (esquerda);**Figura 27** - Filhote de quero-quero translocado (direita)

Fotos: Lima, P.C.

➤ Manejo dos urubus (Família *Chartatidae*)

O controle populacional dos urubus no SBSV estava diretamente relacionado às ações de monitoramento das fontes com potencial de atração, uma vez que tal grupo de espécie de ave está associado a fontes antrópicas (lixões, abatedouros, aterros e oferendas religiosas). Uma das medidas adotadas para a redução dos urubus foi o monitoramento noturno das pistas do aeródromo, sendo que durante os monitoramentos noturnos, todos os tipos de carcaças de aves e animais de hábitos noturnos encontrados, foram recolhidos.

Essa ação desestimulou os abutres que patrulhavam as pistas do aeródromo, durante o amanhecer, para se alimentarem das carcaças dos animais mortos, além de ter contribuído para a redução da presença dos urubus, bem como para a identificação das espécies que colidiram com as aeronaves durante a noite. Para reduzir a presença dos urubus no entorno do aeródromo [SBSV], foi intensificada também as vistorias de oferendas em determinados locais, fazendo a remoção das mesmas. No SBSV ocorrem três espécies de urubus relacionadas a seguir.

➤ Espécies de Urubus

➤ *Coragyps atratus brasiliensis* (Bonaparte, 1793). Urubu-de-cabeça-preta (*Black Vulture*)

Essa espécie de urubu ocorre da América Central até a América do Sul (em todos os estados brasileiros). É o urubu mais comum e abundante que frequenta todos os habitats, exceto as florestas densas. Nas praias, essas aves podem ser vistas alimentando-se de aves oceânicas mortas no período do inverno, ou predando ninhos de tartarugas. A maior concentração dessa espécie localiza-se em grandes lixões e nos aterros sanitários, distribuídos pelos municípios do Recôncavo ao Baixo Sul.

A grande concentração dessas aves nas proximidades do aeroporto de Salvador vem preocupando as autoridades aeroportuárias, cuja maior preocupação é afastá-los das rotas das aeronaves. A postura é de um único ovo e às vezes dois ovos, esverdeados, salpicados de manchas marrons. Os urubus possuem um mecanismo de defesa muito eficiente: tanto os adultos como os filhotes; vomitam para se livrar dos predadores. Seus dados morfométricos são: peso 2 kg, comprimento total 560 mm, asa 420 mm, cauda 165 mm, cabeça 112 mm, bico 54 mm, tarso 80 mm (Lima, P.C. 2000, 2006).

➤ *Cathartes aura ruficollis* (Spix, 1824). Urubu-de-cabeça-vermelha (*Turkey Vulture*)

Ocorre da Costa Rica para o sul. No Brasil ocorre em todos os estados. É muitas vezes confundido pelos leigos como sendo uma espécie de gavião, tanto pela sua aerodinâmica, como pelo seu voo rápido e planar. Costuma viver em grupos não muito grandes, ou então isolados; pode perceber pelo olfato uma pequena carniça (rã, por exemplo) escondida debaixo de uma árvore. Busca animais atropelados nas estradas, principalmente ao amanhecer. Os adultos têm a pele do pescoço e a cabeça na cor vermelha e negra nos jovens. Dados morfométricos: peso 900g-1500g, comprimento total 490 mm, asa 500 mm, cauda 265 mm, bico 25 mm, tarso 60 mm. (Lima, P.C., 2000, 2006).

➤ *Cathartes burrovianus urubitinga* (Pelzeln, 1861). Urubu-de-cabeça-amarela (*Lesser Yellow-headed Vulture*)

Essa espécie ocorre na América do Sul e em quase todos os estados brasileiros. Muito parecida com a anterior, essa espécie difere pela coloração amarelada do pescoço e do alto da cabeça. Voa alto, a uma distância em que não se pode distinguir o colorido do pescoço e da cabeça. Essa espécie de urubu pode ser confundida com a espécie anterior. É muito menos frequente do que a *C. aurea* no litoral norte e o seu método de caçar se assemelha ao da espécie anterior. Dados morfométricos: peso 800-1400g, comprimento total 540 mm, asa 460 mm, cauda 220 mm, bico 21 mm, tarso 61 mm. (Lima, P.C., 2000, 2006).

A educação ambiental é uma importante ferramenta no combate aos focos atrativos de urubus, principalmente em relação à colocação de oferendas religiosas no entorno do Aeroporto. No período de outubro de 2018 a agosto de 2022, quando foram detectados bandos de urubus associados a um foco específico, foram adotados os seguintes procedimentos de manejo:

- Montagem de armadilhas do tipo tomahawk, armadilha de caixa e armadilha de caixa com entrada tipo funil;
- As aves capturadas foram translocadas para áreas de soltura distantes 350 km do sítio aeroportuário do [SBSV]. O procedimento de soltura foi uma tentativa inicial para evitar a recolonização de áreas do Aeroporto, conforme preconizam os técnicos CENIPA (ANAC, 2014).

A Figura 28 mostra um ninho de urubu-cabeça-preta (*Coragyps atratus brasiliensis*) com ovos, a Figura 29 um de urubu-cabeça-preta adulto, A Figura 30 um ovo de urubu-cabeça-preta e a Figura 31 mostra um filhote da espécie.



Figura 28 - Ninho de urubu-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus brasiliensis*) com ovos (esquerda) ;

Figura 29 - Urubu cabeça-preta (*Coragyps atratus brasiliensis*) (direita)



Figura 30 - Ovo de urubu-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus brasiliensis*) (esquerda);

Figura 31 - Filhote de urubu-de-cabeça-preta (direita)

Fotos: Lima, P.C.

- **Manejo de carcarás** (*Caracara plancus* - Miller, 1777).

O carcará possui uma coloração alvinegra, de face (nuca) e cera amarela ou vermelha, tem um penacho nugal, pernas altas, tarsos amarelados, desenho da asa semelhante ao do carrapateiro. É um animal onívoro, come amendoim, feijão, dendê, animais mortos, vivos e de toda qualidade. Algumas vezes é encontrado em grupo, anda pelo chão como uma galinha, pula, se locomove muito bem no solo e com os pés escava o solo à procura de alimento, seguem tratores que aram os campos para caçar minhoca (Sick, 2001) (Figuras 32 e 33).

Ocorre no Peru para o leste até o Rio Amazonas em quase todos os estados brasileiros. Muito comum nas áreas abertas. Costuma frequentar as estradas, em busca de animais atropelados. Alimenta-se de minhoca em áreas úmidas em busca de minhocas. Costuma ciscar fezes do gado bovino, em busca de algum organismo. O carcará (*Caracara plancus*) são aves que possuem uma grande capacidade de adaptabilidade, se adaptam bem, em áreas preservadas, áreas degradadas e ambientes urbanos. Apesar de não serem consideradas aves de ambientes úmidos, conseguem forragear em lâmina d'água explorando ao máximo o tamanho do comprimento do tarso (Figuras 34 e 35).



Figuras 32 - Carcará (*Caracara plancus*), sobre o ninho (esquerda);

Figura 33 - Filhotes de Carcará no ninho (direita).

Fotos: Lima, P.C.

**Figuras 34** - Carcará (*Caracara plancus*), forrageando num lago (esquerda);**Figura 35** - Carcará se alimentando na lâmina d'água de um lago (direita).

Fotos: Lima, P.C

Os carcarás mais jovens possuem a cor mais parda. Os seus ninhos são na forma de tigela grande confeccionada de gravetos. A postura consiste de três ovos ou mais, na cor marrom claro, salpicada de manchas escuras. A plumagem dos filhotes tem a coloração preta e amarela. Dados morfométricos: peso 690g, comprimento total 420 mm, asa 380 mm, cauda 210 mm, bico 39 mm, tarso 89 mm (macho). As fêmeas podem atingir 1.100g. (Lima, P.C., 2006). Essa espécie atua em uma área extensa e é atraído aos sítios aeroportuários principalmente durante a roçagem da grama na área operacional (Alencastro, 2014). Além da facilidade de forrageamento, um dos fatores que corrobora para a presença de carcarás próximos às pistas é a grande redução de áreas verdes (habitat natural) (Guedes *et al.*, 2010; Porto *et al.*, 2007).

Oliveira e outros, (2017) relacionou colisões com fauna significativas (exemplos de alguns incidentes mais repetitivos na aviação), registradas no Brasil de 1962 até 2016. O carcará foi registrado em um total de 26 colisões significativas, que vão desde atrasos dos voos, colisões no motor, em partes das aeronaves e até algumas que não causaram nenhum dano.

Vale salientar que para o manejo de aves de rapina é necessário embasamento científico, pois cada espécie requer um manejo apropriado (Burton, 1992, del Hoyo *et al.* 1999, Lima,P.C.,1994;Lima, P.C. & Sturaro, 1999; Lima,P.C., 2006; Lima,P.C., 2007; Lima, P.C.,2011). O controle populacional de carcarás está diretamente relacionado às fontes de alimento no aeródromo (áreas gramadas, áreas úmidas etc.). É importante ressaltar que tais focos devem ser minimizados para redução dos riscos.

Para redução de focos atrativos ou na impossibilidade de eliminação, foram adotados os seguintes procedimentos de manejo no SBSV a partir de outubro de 2018:

- Montagem de armadilhas do tipo tomahawk, armadilha de caixa e armadilha de caixa com entrada tipo funil;
- A soltura dos carcarás capturados foi realizada em áreas de soltura com distância superior a 360 km do sítio aeroportuário de modo a não permitir o retorno deles;

Além disso, foi realizado o estudo de leptospirose em carcarás (*C. plancus*), de vida livre, encontrados no SBSV.

A leptospirose é uma doença infectocontagiosa, de caráter zoonótico, que acomete o homem, animais domésticos e silvestres. Disseminada por todo o mundo é causada por bactérias patogênicas espiraladas do gênero *Leptospira*. A doença está intimamente atrelada à ocorrência de roedores e períodos de inundações. É considerado um grande problema de saúde pública, principalmente nos países tropicais subdesenvolvidos. Estudos sorológicos envolvendo a investigação de anticorpos anti-*Leptospira* em diversas classes de animais silvestres já foram realizados em vários países com o intuito de demonstrar a presença de anticorpos anti-*Leptospira*. Contudo, pesquisas em aves são bastante escassas, assim como a ocorrência de sinais clínicos e o papel desses animais na epidemiologia da doença, o que influencia as questões referentes às medidas profiláticas e de controle (Lima, J. A. *et al* 2021).

Nenhum dos animais do SBSV estudados apresentou sinais clínicos compatíveis com leptospirose aguda. Das amostras testadas, 10,71% (3/28) foram reativas e 89,29% (25/28) consideradas negativas. Os sorogrupos mais frequentes foram Icterohaemorrhagie (sv. *Copenhageni*) e *Autumnalis* (sv. *Autumnalis*), respectivamente.

O sorogrupo Icterohaemorrhagie (sv. *Copenhageni*), revelou-se presente em todas as amostras reagentes, sendo frequente na região estudada, com relatos de sua ocorrência em casos humanos, diferentes espécies silvestres. A ocorrência destes achados também está relacionada à presença de *Rattus norvegicus*, o qual pode servir de alimento para os carcarás. Identificou-se pela primeira vez anticorpos anti-*Leptospira* na espécie *Caracara plancus*, destacando-se, portanto, a necessidade de maiores pesquisas com o intuito de elucidar o papel destes animais na epidemiologia da doença (Lima, J. A. *et al* 2021).

- Manejo de Pombo-doméstico (*Columba livia domestica*)

O pombo-doméstico é uma ave doméstica que está associada ao ambiente urbano as técnicas que foram empregadas para o manejo desta espécie foram: captura com utilização de armadilha de caixa, tarrafa e tomahawk. Por serem consideradas domésticas, as aves capturadas foram doadas para pessoas e comerciantes de aves domésticas. As aves foram avaliadas e mantidas em quarentena antes da doação. (IBAMA, 2005) (Figura 36).



Figura 36 - Pombo-doméstico (*Columba livia domestica*) - Barcelona/Espanha 2017.

Foto: Lima, P.C.

- Manejo de Coruja-buraqueira (*Athene cunicularia grallaria* - Temminck, 1822) *Coruja-do-campo* (*Burrowing Owl*)

A espécie *Athene cunicularia*, conhecida como coruja buraqueira ocorre em campo aberto no Cerrado, na Caatinga e nas bordas da Mata Atlântica, sendo também abundante nas restingas. Estudos de reprodução realizados em algumas subespécies da América do Norte relatam que sua postura pode constar de 2 a 11 ovos e que o período de incubação é de quatro semanas (Burton, 1992. del Hoyo et al. (1999), Lima, P.C., (2007), relatam que a postura pode constar de 6 a 11 ovos e que o período de incubação é de 28 a 30 dias. A espécie está associada a campos abertos de aeródromo e sua alimentação é à base de insetos, pequenos répteis, roedores e anuros. Deve-se utilizar a técnicas de manejo descritas a seguir:

- Captura com utilização de redes de neblina, armadilha de tarrafa, tomahawk e armadilha DIU;
- O manejo da coruja buraqueira requer cuidados especiais, (*Athene cunicularia*) cavam suas tocas com comprimentos igual ou superior a três metros e uma profundidade que pode atingir mais de um metro. Após a captura do casal é necessário cavar o ninho até chegar à câmara incubatória. Para evitar que o solo desmorone é necessário usar um tubo flexível de plástico com dois metros de comprimento e 15 cm de diâmetro. O tubo deverá ser introduzido no interior do ninho como uma estrutura de suporte, de modo a impedir o seu desmoronamento (Figuras 37,38).



Figura 37 - Ninho de *Athene cunicularia*, após escavação (esquerda);



Figura 38 - Ovos de *Athene cunicularia* e filhote com uma serpente trazida pelos pais para alimentá-lo (direita).

Fotos: Lima, P.C.

Essa espécie é territorialista, sempre observada no entorno do seu ninho que consiste num buraco. Dessa maneira, ao realizar a captura de indivíduos no entorno do ninho, deve-se proceder com a escavação deste para verificar a possível presença de ovos ou filhotes. A escavação deverá ser feita até alcançar a câmara incubatória, de forma que não haja o soterramento do ninho. Havendo ovos, deverão ser removidos e colocados em chocadeiras automáticas, até o nascimento dos filhotes. Os ninhos nascidos em chocadeiras ou resgatados em ninhos deverão ser translocados para ninhos de outros casais há uma distância superior a 20 km (Lima, P.C. 2006; Lima, P.C. 2007). Figuras: 39,40,41,42).



Figuras 39 - Filhote de coruja buraqueira, nascido em chocadeira, a ser translocado para outros ninhos de coruja-buraqueira (esquerda);

Figura 40 - Filhotes de coruja buraqueira introduzidos em ninhos de coruja buraqueira, observando o ambiente ao redor (esquerda),



Figura 41 - Filhotes de coruja buraqueira, próximo de abandonar o interior do ninho (esquerda);
Figura 42 - Filhote de coruja buraqueira translocado, fora do ninho (direita).

Fotos: Lima, P.C.

A realocação dos adultos deverá ser realizada em áreas dotadas de ecossistemas semelhantes aos de captura (campos abertos) distantes acima de 90 km do sítio aeroportuário em áreas legalizadas. Essa distância foi escolhida após serem realizados experimentos de solturas, de exemplares, marcados com anilhas de metal e coloridas, que foram translocados para distâncias de 20 a 50 km, onde foi constatado que para distâncias superiores a 50 km as aves não retornavam.

- Manejo de Andorinhas

As andorinhas são aves que pertencem à família *Hirundinidae*, sendo que na Bahia podemos encontrar 11 espécies, esse total equivale a 81,25% de todas as andorinhas do Brasil (16). Estas aves alimentam-se de insetos que apanham em pleno voo e uma só andorinha, pode comer mais de 300, insetos pertencentes a várias espécies. Este dado foi comprovado através das necropsias realizadas em alguns exemplares da espécie *Phaeoprogne tapera tapera*. As andorinhas constroem seus ninhos em diversos locais, tais como: barrancos, oco de árvores, beirais de telhado, buracos nas ferragens dos semáforos etc. (Lima, P.C. et al 2005 ; Vasconcelos et al, 2003)

A aglomeração de andorinhas não é bem visto pelas pessoas, principalmente quando escolhem as praças públicas para pernoitar, não só pela algazarra que fazem, mas também pela grande quantidade de fezes mal-cheirosas que eliminam. As pessoas ficam realmente aborrecidas porque, às vezes, as suas fezes caem em cima dos carros danificando a pintura ou se juntam às fezes que estão no chão ou se depositam nas folhas e troncos de árvores, queimando as suas folhas.

Existem vários relatos de locais onde as prefeituras autorizaram o corte das árvores de praças públicas para afugentar essas aves. Outras providências foram tomadas como, por exemplo, utilizar fogos de artifício (rojões) ou jatos de água, tochas de fogo, iluminação de outros locais para atrair as aves etc., tentativas que não surtiram efeito. Atualmente qualquer interferência humana na vida animal que possa ser interpretada como maus tratos implicam em punição dos responsáveis conforme a Lei de Crimes Ambientais - Lei 9605/98 | Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998.

Um fato que intrigava bastante os pesquisadores era a concentração de andorinhas em locais fortemente iluminados, com forte odor, calor intenso e muito barulho. Em uma refinaria de petróleo às margens do Rio Negro, próximo a Manaus, Amazonas, foi registrada em novembro/dezembro de 1984, uma concentração com mais de 100.000 andorinhas: 60% eram da espécie *Progne subis* e o restante, *P. chalybea* e *Phaeoprogne tapera*. A refinaria, que era intensamente iluminada, barulhenta, muito quente, com odor insuportável além de jatos de vapor, foi o local escolhido pelas andorinhas, porque lhes pareciam oferecer um pouso adequado e seguro. Observou-se que durante o ano inteiro, as andorinhas encontravam-se nesta refinaria (Sick, 2001).

Na Bahia, ocorreu um fato semelhante em 1999, quando uma grande concentração de Andorinhas com mais de 100.000 aves pertencentes a três espécies e duas subespécies, escolheu uma fábrica, em pleno Polo Petroquímico de Camaçari, para pernoitar.

As duas subespécies, *Phaeoprogne tapera tapera* e *Phaeoprogne tapera fusca*, eram responsáveis por mais de 99% da concentração, a *Stelgidopteryx ruficollis* e a *Progne chalybea domestica* por menos de 1%. Estes dados foram obtidos através de captura com redes de neblina. A fábrica escolhida foi a Caraíba Metais, uma indústria que trabalhava com a siderurgia do cobre. As andorinhas chegavam naquele local todos os dias, exatamente de 20 a 15 minutos antes do pôr do sol, quando a intensidade de luz já era menor.

Por ser uma indústria siderúrgica, que trabalhava com fornos de altas temperaturas, o ambiente proporcionava um microclima ideal para estas aves, como se pode observar através dos dados coletados: Os prédios absorviam e armazenavam calor durante todo o dia e as árvores protegidas pelos prédios evitavam a dissipação do calor durante à noite, proporcionando assim uma zona de conforto ideal para as aves (Lima, P.C., et al 2005, Vasconcelos et al 2003).

Fenômeno semelhante, no entanto, de menor proporção vem ocorrendo no Aeroporto Internacional de Salvador [SBSV], desde meados de maio de 2021. Um bando de Andorinhas-do-rio (*Tachycineta albiventer*), estimado em 4.000 aves, utilizam as estruturas protegidas da chuva e do vento no telhado do SBSV como dormitórios. A temperatura do dormitório durante a noite oscila em torno dos 24°C e a umidade relativa 83.1 (% UR), proporcionando uma zona de conforto para as andorinhas. Além das Andorinhas que forrageiam durante o dia no SBSV, andorinhas de diversos cantos, do entorno do aeródromo, utilizam este dormitório. Em meados de 2021, houve um distúrbio no dormitório das aves durante uma manutenção realizada no telhado do SBSV, as aves, após este evento, migraram para o piso do aeroporto. A partir das 17h45min, as andorinhas pousavam no piso do aeródromo para pernoitar. (Figura 43).



Figura 43 - Andorinhas no piso do Aeroporto de Salvador (BA) [SBSV] - maio 2021

Foto: Lima, P.C.

A população residente de *T. albiventer* que utilizava a área do SBSV para forragear foi estimada em 100 aves em maio de 2021. A estrutura do SBSV em formato de um pentágono, desprovido de um dos seus lados, impede que o vento remova calor do piso e das paredes do aeródromo que ficam na posição oposta à direção dos ventos. O piso do aeródromo possui uma temperatura de 1°C, acima da menor temperatura ambiente durante a noite (25°C). O piso, além de oferecer uma excelente zona de conforto, é bastante iluminado, os postes de iluminação atraem os insetos para as lâmpadas, disponibilizando alimentos para as aves durante a noite (Figuras 44 e 45). Durante as noites de chuva, as andorinhas procuram os locais mais elevados do piso do SBSV para se refugiarem (Figuras 46 e 47).



Figura 44 - Noite no Aeroporto de Salvador - Junho 2021 (esquerda);



Figura 45 - Andorinha-do-rio (*T. albiventer*), caçando insetos nas lâmpadas do SBSV (direita).



Figura 46 - Noite de chuva no Aeroporto de Salvador [SBSV] – julho de 2021 (esquerda);

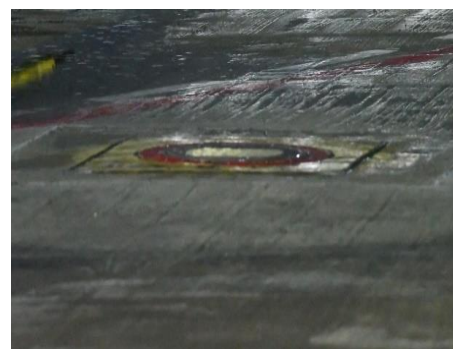


Figura 47 - Andorinha-do-rio (*T. albiventer*), buscam locais mais elevados no piso do SBSV para descansarem (direita)

Fotos: Lima, P.C.

Para repelir as aves, do piso do SBSV, seria necessário atuar frente a três alternativas: eliminar a iluminação, baixar a temperatura do piso ou remover as aves. As luzes não poderiam ser apagadas e baixar a temperatura do piso seria algo muito

custoso e complexo. Baixar a temperatura é viável em áreas pequenas, esta técnica foi utilizada, com sucesso, em um hotel no litoral norte da Bahia onde foi utilizado gelo seco para esfriar o local, e desta maneira eliminar a zona de conforto que atraía as aves. Foi adotada então a alternativa de translocação das andorinhas, uma vez que somente estas espécies utilizam as estruturas do aeroporto como dormitórios.

Para a captura das andorinhas, foram utilizadas redes de neblina de 12 m de comprimento, 2,5 m de altura e malha de 10 mm, dispostas no piso do Aeroporto [SBSV], nos locais onde as aves pernoitavam. Em seis campanhas de captura foram capturadas e translocadas 1.202 aves, sem nenhum dano para elas, durante o processo de translocação. (Figura 48).

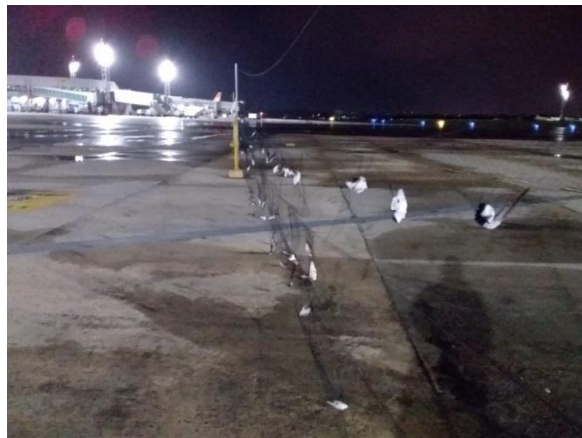


Figura 48 - Captura de andorinhas no pátio do Aeroporto de Salvador [SBSV], com utilização de redes de neblina, julho de 2021.

Foto: Lima, P.C.

- Manejo de filhotes resgatados caídos dos ninhos no aeródromo de Salvador

São comuns filhotes de aves caírem de ninhos, por serem empurrados para fora pelos filhotes mais velhos, por outra ave que pretende ocupar o local, ou quando estão ensaiando os primeiros voos. Ao caírem, podem sofrer traumas e lesões graves ou até mesmo virem a óbito.

Os filhotes resgatados no [SBSV], são colocados em gaiolas (ninhos), criadas exclusivamente com essa função, nas proximidades dos locais onde são encontrados. O desenvolvimento adequado dos filhotes é feito com o auxílio dos pais que ensinam técnicas de alimentação e defesa. As malhas das gaiolas (ninhos) são diversificadas para que os mesmos não escapem e para que os pais possam alimentá-los através da malha (Figuras 49,50).



Figura 49 - Gaiolas (ninhos) para filhotes de passeriformes resgatados no Aeródromo de Salvador [SBSV];

Figura 50 - Aves alimentando os seus filhotes na gaiola ninho do [SBSV] - Ano 2020.

Fotos: Lima, P.C.

As malhas das gaiolas (ninhos) podem variar de 15 mm a 30 mm, e as mesmas medem 24 cm de comprimento, 13 cm de largura e 11 cm de altura. Estas dimensões são adequadas para abrigarem os filhotes da grande maioria das espécies, até então resgatadas no Aeroporto tais como: representantes das famílias *Hirundinidae* (andorinhas) como andorinha-grande (*Progne chalybea*), Andorinha-azul-e-branca (*Notiochelidon cyanoleuca*), *Columbidae* como Rolinha-roxa (*Columbina talpacoti*) e Rolinha-fogo-apagou (*Columbina squammata*), *Thraupidae* como sanhaço-cinzento (*Tangara cayna*) e Sanhaço-de-coqueiro (*Tangara palmarum*), *Tyrannidae* como bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*), *Turdidae* como Sabiá-laranjeira (*Turdus rufiventris*) e Sabiá-de-cabeça-cinza (*Turdus leucomelas*).

- Aves de Ambientes Úmidos

Os lagos artificiais podem surgir como fazendas de peixes. As populações de aves de hábitos aquáticos estão em declínio devido às alterações nas paisagens (Terborgh, 1989). A criação de zonas úmidas artificiais: viveiros de aquicultura tem tido um impacto benéfico na população de aves aquáticas (Stickley, 1990, Fleury & Sherry, 1995; Fasola & Ruiz, 1996; Fasola et al, 1996).

As principais ameaças são a conversão dos habitats naturais (incluindo zonas úmidas) que servem como rota de migração, repouso e reprodução em zonas industriais e agrícolas (Vitousek et al., 1997). O crescimento rápido da aquicultura na Jamaica proporciona às aves pernaltas mais de 50.000 hectares de suplementação de alta qualidade (Fleury, 1996). Torna-se necessário entender por que as aves usam zonas úmidas artificiais (Fazendas de peixes, por exemplo). As aves pernaltas e aquáticas que utilizam viveiros de peixes têm causado problemas de conservação a nível local e internacional. As aves predam fazendas de criação de peixes ornamentais: Flórida, Califórnia, Arkansas e Mississippi; tilápia na Jamaica e fazendas de peixes na Europa (Stickley & Andrews, 1989).

Aves pernaltas são consideradas pragas agrícolas no âmbito do Departamento de Agricultura e Programa de Controle de Danos (EUA). Em janeiro de 2020 três lagos de amortecimentos, denominados Lago 1, Lago 2 e Lago 3, foram construídos do entorno do SBSV, com o objetivo de controlar as enchentes causadas pelos Rio Joanes e Ipitinga que cortam o município de Lauro de Freitas. Os tanques de amortecimentos passaram a funcionar como tanques de pisciculturas, atraindo uma grande quantidade de aves de ambientes úmidos, para as proximidades das cabeceiras das pistas, aumentando bastante o risco de colisões com fauna. O inventário da avifauna dos Lagos de Amortecimento identificou 35 espécies de aves de 22 famílias, das quais; apenas duas possuem hábito migratório (5,7%), nove (25,7%) com características residentes e/ou migratórias a depender das mudanças no ambiente úmido, e o restante, 24 são residentes 68,6% (Tabela8).

Família / Espécie	Nome Popular	Alimentação	Local de forrageamento
Podicipedidae			
<i>Tachybaptus dominicus</i>	Mergulhão-pequeno	Peixes e insetos	L R*
Ardeidae			
<i>Egretta thula</i>	Garça-branca-pequena	Peixes e anfíbios	“
<i>Bubulcus ibis</i>	Garça-vaqueira	“	“
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Savacu	“	“
<i>Butorides striata</i>	Socózinho	“	“
Anatídea			
<i>Dendrocygna viduata</i>	Irerê	Filtradores	L R
Jacanidae			
<i>Jacana jacana</i>	Jaçanã	Insetos e anfíbios	L R
Charadriidae			
<i>Vanellus chilensis</i>	Quero-quero	“	“
Scolopacidae			
<i>Tringa solitaria</i>	Maçarico-solitário	“	“
Cathartidae			
<i>Coragyps atratus</i>	Urubu-de-cabeça-preta	Necrófago	M****

<i>Cathartes aura</i>	Urubu-de-cabeça-vermelha	“	“
<i>Cathartes burrovianus</i>	Urubu-de-cabeça-amarela	“	“
Accipitridae			
<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavião-carijó	Rapinante	M
Falconidae			
<i>Caracara plancus</i>	Caracará	Rapinante	M
Columbidae		Sementes	
<i>Columbina squammata</i>	Fogo-apagou	“	M
<i>Columbina talpacoti</i>	Rolinha-roxa	“	“
Cuculidae			“
<i>Crotophaga ani</i>	Anu-preto	Onívora	“
<i>Guira guira</i>	Anu-branco	“	“
Alcedinidae			
<i>Megaceryle torquata</i>	Martim-pescador-grande	Peixes	S
Furnariidae			
<i>Furnarius rufus</i>	João-de-barro	“	S/ M
<i>Furnarius figulus</i>	Casaca-de-couro-da-lama	“	S
Tyrannidae		Insetos	“
<i>Arundinicola leucocephala</i>	Freirinha	“	“
<i>Fluvicola nengeta</i>	Lavadeira-mascarada	“	“
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bem-te-vi	Onívora	“
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Suiriri	“	“
Hirundinidae			
<i>Progne tapera</i>	Andorinha-do-campo	“	S/ M
<i>Tachycineta albiventer</i>	Andorinha-do-rio	“	“
Mimidae			
<i>Mimus saturninus</i>	Sabiá-do-campo	Onívora	M
Motacilidae			
	Caminheiro-zumbidor	Insetos	

<i>Anthus chii</i>			
Emberezidae			
<i>Paroaria domicana</i>	Cardeal	Sementes	“
<i>Sicalis flaveola</i>	Canário-da-terra-verdadeiro	Sementes	
Passeridae			
<i>Passer domesticus</i>	Pardal	Onívora	“
Icteridae			
<i>Leistes superciliaris</i>	Polícia-inglesa-do-sul	Sementes Sementes	M
<i>Molothrus bonariensis</i>	Chopim		
Famílias = 21. Espécies = 35			

Tabela 8 - Famílias e Espécies de aves identificadas, segundo: hábito alimentar e local de forrageamento em relação à lâmina d'água do Lago de Amortecimento número três próximos ao Aeroporto Internacional de Salvador [SBSV] – Ano 2020.

Fonte: PRIME AMBIENTAL

Nota: * LR = na lâmina d'água rasa, ** LF = lâmina d'água funda, *** S = na superfície d'água e ****M = nas margens.

Dentre as espécies de hábitos aquáticos inventariados, a garça-branca-grande (*Ardea alba*), obteve a maior vantagem sobre as demais espécies que utilizam as Lagoas de Amortecimento. O o tarso longo, pescoço comprido e bico longo lhe proporciona forragear em diversas profundidades da lâmina d'água, podendo forragear em lâminas d'água rasas e até em profundidades inferiores a 300 mm. A garça-branca-grande busca seu alimento em uma profundidade que encobre o seu tarso. A Figura 51 mostra um bando de garça-branca-grande (*Ardea alba*) forrageando num lago de Amortecimento onde a lâmina de água baixa e abundância de alimento são um forte atrativo para as mesmas.



Figura 51 - Bando de Garça-branca-grande (*A.alba*), forrageando num lago ao redor do Aeródromo de Salvador (BA) [SBSV] - Ano 2021.

Foto: Lima, P.C.

A Figura 52 mostra uma garça-branca-grande (*Ardea alba*), no Lago de Amortecimento três ao redor do SBSV, enquanto a Figura 53 mostra um carcará (*C.plancus*), alimentando-se de peixe no mesmo lago. A Figura 54 mostra garças grandes e carcarás forrageando juntos. Os peixes de tamanho médio e grande (125 a 170g) são capturados pelas garças grandes, já os peixes debilitados ou mortos são capturados pelos carcarás e urubus.



Figura 52 - Garça-branca-grande (*Ardea alba*) forrageando no Lago de Amortecimento três ao redor do Aeródromo de Salvador [SBSV] (esquerda).

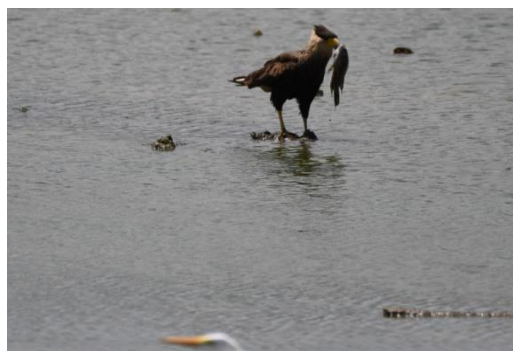


Figura 53 - Carcará (*C.plancus*) se alimentando de uma tilápia encontrada morta no Lago de Amortecimento três. Fotos: Lima, P.C.



Figura 54 - Uma garça-branca-grande (*Ardea alba*) e um bando de carcarás *C.plancus*), forrageando juntos no Lago de Amortecimento três, ao redor do Aeródromo de Salvador[SBSV]

Foto: Lima, P.C.

As aves são excelentes bioindicadores para avaliação de impactos ambientais, causados por intervenções humanas, sendo que, as alterações ambientais podem prejudicar espécies sensíveis, e por outro lado beneficiar espécies oportunistas. A criação de lagos artificiais é um forte atrativo para aves de ambientes aquáticos tais como os representantes das famílias: *Ardeidae*, *Anatidae*, *Scolopacidae* *Charadriidae*.

Segundo a ANAC, os procedimentos relacionados no PGRF devem tomar como diretriz os resultados obtidos na IPF, tendo como prerrogativa básica o controle dos focos de atração de animais na área patrimonial e as ações cabíveis ao operador de aeródromo, considerando suas responsabilidades e limites de atuação, no que tange à área externa ao sítio aeroportuária [ANAC].

As aves de ambientes úmidos das famílias: *Ardeidae*, *Jacaniidae*, *Charadriidae*, e *Scolopacidae* presentes nos Lagos de Amortecimento, possuem características morfológicas e evolutivas que são de grande importância nas buscas e apreensão dos seus alimentos. Os comprimentos dos tarsos, pescoços e bicos dos representantes destas famílias influenciam na capacidade de forrageamento, a depender da profundidade da lâmina d'água. As aves de tarsos e bicos curtos ficam limitadas às lâminas d'água rasa, já as aves de tarsos e bicos longos possuem a vantagem de forragear tanto nas lâminas rasas, como em áreas de lâmina d'água mais profundas. Essas características morfológicas e evolutivas influenciam no povoamento das áreas úmidas.

As espécies representantes das famílias: *Ardeidae*, *Charadriidae* e *Scolopacidae*, presentes nos Lagos de Amortecimentos um, dois e três, possuem tamanhos de tarsos e bicos distintos que influenciam/ou limitam a sua capacidade de busca de seus alimentos na lâmina d'água. As aves de tarsos e bicos curtos forrageiam em lâminas d'água rasas, já as espécies que possuem tarsos e bicos maiores possuem capacidade de forragear em diferentes profundidades. *Tringa solitaria* é uma espécie com o menor tarso e limita-se a buscar os seus alimentos em lâminas d'água mais rasas ou muito próximas às margens (Figura 55).



Figura 55 - Maçarico-solitário (*Tringa solitária*), forrageando no Lago de Amortecimento três ao redor do SBSV- julho de 2021.

Foto: Lima, P.C.

As espécies *Butoridis striatus*, *Jacana jacana* e *Vanellus chilensis* possuem tarsos mais longos e tem capacidade de forragear em lâmina d'água um pouco mais profunda. O Socozinho (*Butoridis striatus*) possui tarso intermediário e pode procurar alimento nas margens da lâmina de água ou em lagos rasos. O quero-quero (*Vanellus chilensis*) busca seus alimentos em áreas gramadas ou em lagos rasos (Figura 56).

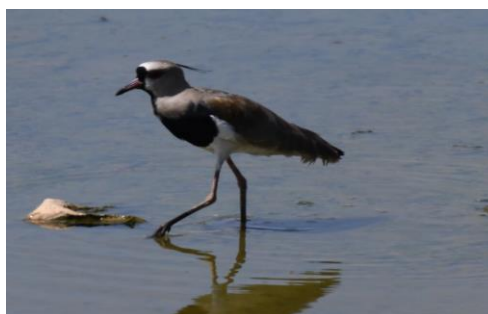


Figura 56 - Quero-quero (*Vanellus chilensis*) forrageando no Lago de Amortecimento três no entorno do SBSV.

Foto: Lima, P.C.

A Tabela 9 a seguir, apresenta os tamanhos dos tarsos e bicos das aves de ambientes aquáticos que frequentavam os lagos de amortecimentos, no entorno do Aeródromo [SBSV] em 2021.

Espécie	Nome popular	Tarso (mm) (média)	Bico (mm) (média)
<i>Ardea alba</i>	(Garça-branca-grande)	150	112
<i>Caracara plancus</i>	(Carcará)	89	39
<i>Vanellus chilensis</i>	(Quero-quero)	75	29
<i>Coragyps atratus</i>	(Urubu-de-cabeça-preta)	80	54
<i>Gallinula chloropus</i>	(Frango-d'água-comum)	51	25
<i>Nycticorax nycticorax</i>	(Savacu)	-	78
<i>Egretta thula</i>	(Garça-branca-pequena)	91	79
<i>Jacana jacana</i>	(Jaçanã)	68	31
<i>Butorides striata</i>	(Socózinho)	49	57

<i>Tringa solitária</i>	(Maçarico-solitário)	32	29
-------------------------	----------------------	----	----

Tabela 9 - Dados morfométricos das aves que buscavam seus alimentos no Lago de Amortecimento três, próximo ao Aeroporto Internacional de Salvador [SBSV] - 2021.

Fonte: PRIME AMBIENTAL

Os censos realizados no ano de 2021 no SBSV, através dos métodos de pontos fixos e móveis, das principais espécies de aves com os maiores riscos à aviação, indicam uma média de 319 aves por dia. A garça-branca-grande (*Ardea alba*) se destaca no seu quantitativo, onde foram encontradas populações de 116 (min.) e 236 (max.) indivíduos. A Figura 57 mostra o quantitativo (mínimo e máximo) de espécies de aves de maiores impactos em ordem decrescente.

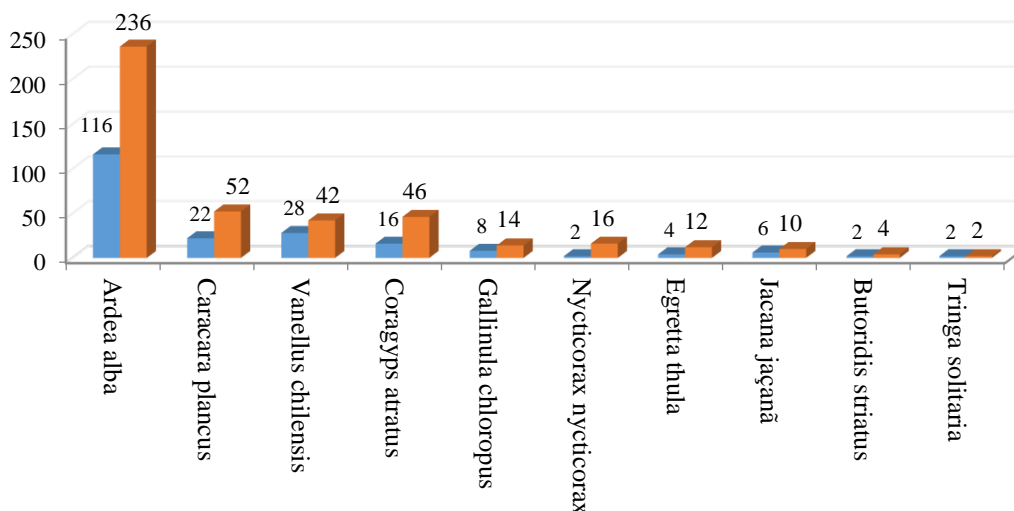


Figura 57 - População de espécies de aves que podem oferecer maiores impactos de danos ao Aeroporto Internacional de Salvador [SBSV], segundo quantitativos: mínimo, máximo, registradas no Lago de Amortecimento três ao redor do SBSV - Ano 2021.

Fonte: PRIME AMBIENTAL

Com base no estudo do comportamento das espécies que frequentavam os lagos de amortecimento ao redor do SBSV, onde a lâmina d'água baixa favorecia a presença das aves, foram aprofundadas as margens, formando um degrau de um metro de profundidade. O aumento da lâmina impediu que as aves buscassem os seus alimentos no leito do lago (peixes debilitados ou mortos e outros alimentos disponíveis na lâmina d'água rasa).

Foram mantidas as plantas aquáticas flutuantes (macrófitas aquáticas flutuantes) para que cobrisse toda a lâmina d'água, de modo a impedir que as aves tivessem acesso aos seus alimentos no leito do lago. A adoção destas medidas reduziu a presença das aves de hábitos aquáticos, minimizando o risco aviário. Caso não fossem tomadas providências para reduzir a população dos representantes da família *Ardeidae*, num futuro próximo, poderia haver uma grande explosão populacional dos representantes destas famílias, uma vez que estas espécies se reproduzem em colônias, já observadas na região (Lima, P.C., et al, 1997, 1998, 2007)

4.5 Áreas de soltura das espécies de aves a serem translocadas

A Resolução CONAMA Nº 466/2015 no § 3º do Art. 5º determina: “Só poderão ser consideradas áreas aptas para translocação dos animais aquelas afastadas de aeródromos a uma distância superior à média da máxima distância percorrida por indivíduos da espécie alvo da translocação, conforme registrada em literatura científica, e que apresentem o habitat característico da espécie”. Sendo assim, os animais manejados foram translocados, após avaliação clínica, e constatação de que estavam em boas condições de saúde, para áreas, preferencialmente, com características ecológicas similares à de origem e com distância conforme sua capacidade de deslocamento.

Foram escolhidas as seguintes áreas, para trascolação das espécies, todas localizadas no Estado da Bahia:

- Áreas vegetadas com distância de 90 km do SBSV; Ecovila da Mata, localizada no município de Entre Rios, Bahia;
- Áreas Vegetadas com distância de 138 km do SBSV;
- Fazenda Ulha Branca, localizada no município de Amargosa, Bahia, há cerca de 140 km de distância do SBSV;
- Áreas Vegetadas com Distância Superior a 300 km do SBSV;
- Fazendas (Fazenda Bela Vista e Fazenda Nova Passagem) localizadas no município de Jeremoabo.

Um fato a ser registrado é que uma das técnicas recomendadas para controle de fauna em aeródromos utiliza a coleta ou destruição de ninhos ou ovos e o abate por arma de pressão ou arma de fogo. Esta técnica é mais eficaz sobre espécies-problema com comportamento territorial, e o abate não autorizado ou recreacional é proibido por lei (Oliveira, 2017). Geralmente é a última técnica a ser implantada em um aeroporto, após a implementação das outras técnicas (Cleary & Dolbeer, 2005). O abate por si só não reduz populações, pois, outras aves ocuparam o território das aves que foram abatidas, é necessária a utilização desta técnica cruel para os animais por um período muito longo, acarretando a morte de muitas aves.

Aves e aeronaves sempre irão compartilhar o céu, e haverá sempre risco de colisão entre os dois. Para diminuir este risco, os aeroportos precisam ser gerenciados, minimizando seus atrativos para as aves. Diversas estratégias são eficientes para o controle a longo-prazo e alívio imediato em uma situação de risco, diminuindo a necessidade do uso de técnicas letais (Cleary & Dolbeer, 2005).

Existem vários métodos de captura de aves para estudo, os quais podem ser adaptados a diversos ambientes e grupos taxonômicos, apresentando vantagens e desvantagens, de acordo com o objetivo da captura e com a espécie visada (Heimerdinger & Leberman 1966; Macarthur 1974; Matter *et al.*, 2010).

A presença de fauna em aeródromos exige um monitoramento por pessoas treinadas, constantemente na área interna e periodicamente na área externa do aeródromo, assim, podendo detectar rapidamente os problemas que permitem a aplicação da hierarquia de controles na área interna, atuando juntamente ao poder público na área externa (Oliveira *et al.*, 2016). Não basta apenas possuir técnicos treinados, é necessário embasamento científico e um bom entrosamento com os órgãos ambientais.

No período de outubro de 2018 até dezembro de 2021 foram translocados do SBSV, 2.327, carcarás (*Carcara plancus*) sendo 2.061 translocados para Jeremoabo, 66 para Amargosa, 66 para Cachoeira, 31 para Entre Rios e 57 foram soltos pelo órgão Ambiental Estadual em suas áreas de soltura (34 fugiram dos viveiros e 12 foram a óbitos).

Do total de 2.327 carcarás translocadas, 106 (4,6 %) retornaram ao Aeroporto SBSV, correspondendo a uma baixa taxa de retorno referente à técnica utilizada. A taxa de retorno de Jeremoabo foi a menor de todas, 3,97%, fato justificado por Jeremoabo ser a área de soltura mais distante do Aeroporto de Salvador. A Figura 58 relaciona o quantitativo de carcarás traslocados por área de soltura.

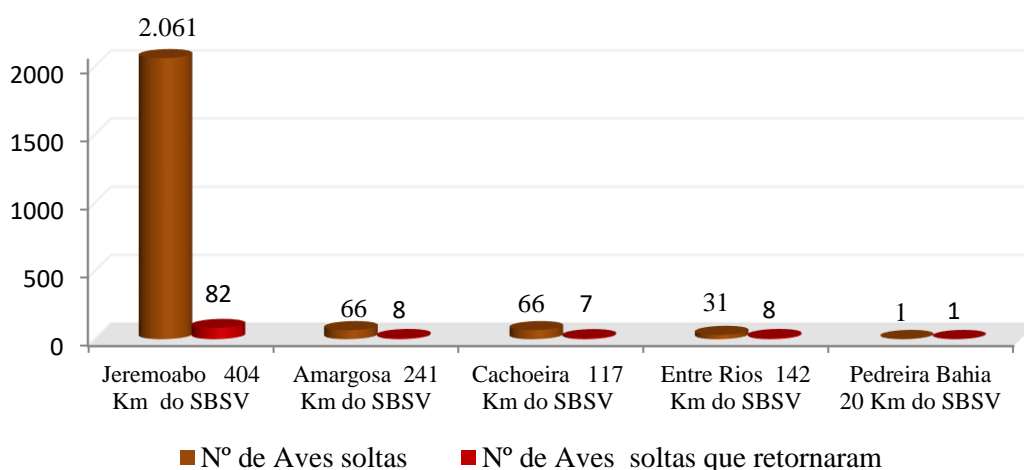


Figura 58 - Quantitativo de Carcarás translocados por áreas de soltura: Aves soltas e aves que retornaram ao Aeroporto de Salvador [SBSV] - Período de 2019 a 2021.

Das 106 aves que retornaram, apenas nove (8,5%) eram jovens, demonstrando uma baixa capacidade de retorno e 91,5% eram adultos, mais experientes com uma maior capacidade de retorno.

Durante os monitoramentos das áreas de soltura (translocação) das aves do Aeroporto de Salvador, foi constatado que os carcarás translocados não permaneciam nas áreas de soltura. As aves dispersaram a procura de áreas de alimentação e reprodução, os mesmos costumam percorrer as estradas, em busca de animais que foram atropelados durante a noite, procurando focos de incêndios para se aproveitarem dos animais mortos ou em fuga, procurando áreas desmatadas, e grandes áreas de pastos ou gramados.

Através das análises das aves que retornaram foi possível traçar uma possível área de dispersão dos carcarás. Baseando-se no ponto de translocação mais distante do Aeroporto de Salvador, Jeremoabo (distante 360 km) foi possível estimar se as aves translocadas poderiam percorrer semelhantes distâncias, ou distâncias maiores, em todas as direções: Leste, Oeste, Norte e Sul.

As demais espécies de aves foram translocadas para a Ecovila da Mata, localizada no município de Entre Rios, Bahia, há cerca de 90 km de distância do SBSV. Dentre as espécies translocadas para esta área podemos destacar a translocação dos queroqueros (*V. chilensis*), com uma taxa de retorno inferior a 5,0%, a coruja-buraqueira (*A. cunicularia*) que obtiveram 0,0% como taxa de retorno. Das 1.202 andorinhas-do-rio (*T. albiventer*), 589 foram translocadas para a Fazenda Bela Vista e Fazenda Nova

Passagem, localizadas no Município de Jeremoabo, distante 360 km de Salvador, e as 613 restantes foram translocadas para a Ecovila da Mata distante 90 km do SBSV. Não foram registrados retornos de andorinha-do-rio para o SBSV.

Uma coruja-de-igreja (*Tyto furcata*) que foi translocada para a Ecovila da Mata, distante 90 km do SBSV, retornou e colidiu com uma aeronave, não se imaginava que por ser uma espécie residente e territorialista, possuindo uma área de caça pequena, teria capacidade de retornar.

4.6 Os Morcegos do Aeroporto de Salvador

Até meado do ano de 2018, não havia um inventário dos representantes da família Chiroptera (morcegos) do SBSV, os registros de colisões com os representantes desta família eram lançados no banco de dados do CENIPA como “morcegos” nem sequer nomes vulgares eram relacionados aos animais.

A falta de identificação dos representantes da família Chiroptera não é uma exclusividade do SBSV. Na lista do Ranking Brasileiro de Severidade Relativa de Espécies de Fauna (Novaes, 2022), disponibilizado pelo CENIPA, onde foram considerados os dados de colisões registrados entre os anos de 2011- 2020, com dados de reportes de 20.131 colisões com fauna no Brasil, não existe uma espécie sequer de morcego classificado, sendo lançados apenas como (morcegos).

A partir da ação do monitoramento noturno das pistas de pouso e decolagem do SBSV, e o recolhimento dos morcegos mortos nas pistas e das campanhas de capturas das espécies de aves de hábitos noturno, utilizando redes de neblina, foi possível identificar quatro famílias e 10 espécies de morcegos, sendo que o menor deles o morcego-vermelho (*Lasiurus blossevillii*) possuía peso médio de 4g e o maior o morcego-pescador (*Noctilio leporinus*) possui peso médio de 80g (Figuras 59 e 60).



Figuras 59 - Morcego-vermelho (*Lasiurus blossevillii*) (esquerda);

Figura 60 - Morcego-pescador (*Noctilio leporinus*), representantes da família *Chiroptera* registrados no Aeroporto Internacional de Salvador [SBVS] (direita)

Fotos: Lima, P.C.

A Tabela 10 abaixo apresenta representantes da família *Chiroptera*, registrados no Aeroporto Internacional de Salvador [SBSV], no período de 2018-2022.

Família	Espécie	Nome vulgar
<i>Molossidae</i>	<i>Tardarida brasiliensis</i>	Morceguinho-das-casas
	<i>Cynomops planirostris</i>	Morcego
<i>Noctilionidae</i>	<i>Noctilio leporinus</i>	Morcego-pescador
<i>Phyllostomidae</i>	<i>Platyrrhinus lineatus</i>	Morcego-de-linha-branca
	<i>Artibeus planirostris</i>	Morcego
	<i>Rhinophylla pumilio</i>	Morcego
	<i>Sturnira lilium</i>	Morcego-fruteiro
	<i>Rhinophylla pumilio</i>	Morcego

<i>Vespertilionidae</i>	<i>Myotis nigricans</i>	Morcego
	<i>Lasiurus blossevillii</i>	Morcego-vermelho

Tabela 10 - Representantes da família Chiroptera de morcegos, registradas no Aeroporto Internacional de Salvador [SBSV], no período de Outubro de 2018 a Agosto de 2022.

Fonte: Lima, P.C., 2022

5 O PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL DO AEROPORTO INTERNACIONAL DE SALVADOR

É fundamental que operadores de aeródromos atuem junto aos órgãos públicos responsáveis pelo ordenamento do solo no intuito de mitigar o risco de fauna na área que abrange a ASA, garantindo ciência de sua responsabilidade pelo uso do solo na prevenção de acidentes aéreos, pois não há dúvida que focos atrativos na ASA de aeródromos são responsabilidade de todos (Santos & Souza, 2021).

Uma ferramenta de grande importância no combate aos focos atrativos, quer seja a área externa do aeródromo ou nas suas instalações é a adoção de um Programa de Educação Ambiental [PEA].

Em 1975, foi aprovada a Carta de Belgrado, um importante documento sobre diversas questões pertinentes à Educação Ambiental, sob a perspectiva do desenvolvimento sustentável. A Carta de Belgrado estabeleceu que a meta básica da ação ambiental, seria melhorar todas as relações ecológicas, incluindo as relações do ser humano entre si e com os demais elementos da natureza.

Na Declaração de Tbilisi 1977, foi recomendado um programa comum interdisciplinar de estudos ambientais vinculados tanto ao ambiente natural como ao urbano. A sua recomendação número 8, especificam três setores da população aos quais a Educação Ambiental deve ser endereçada, a saber: 1. A educação do público em geral; 2. A educação de grupos profissionais ou sociais específicos, cujas atividades e influência tenham repercussões sobre o meio ambiente, como engenheiros, administradores, arquitetos, projetistas industriais, formuladores de políticas e agricultores; e 3. A formação de determinados grupos de profissionais e cientistas que se ocupam de problemas ambientais específicos, por exemplo, biólogos, geólogos, toxicólogos, agrônomos, sanitaristas, meteorologistas etc. Barbieri & da Silva (2011). Desta maneira podemos observar que a Educação Ambiental é uma Ferramenta de grande importância e que abrange todas as camadas da sociedade.

No final do ano de 2018 o Aeroporto de Salvador implantou o seu Programa de Educação Ambiental [PEA] com objetivos claramente definidos: conscientizar as comunidades de sua área de influência sobre a responsabilidade ambiental global do ser humano; captar e transmitir conhecimentos sobre o meio ambiente e seus problemas; induzir os indivíduos a agregar valores de comportamento voltados para a proteção e melhoria do meio ambiente; capacitar os indivíduos para a identificação e busca de soluções para os problemas ambientais; possibilitar a participação ativa dos indivíduos no encaminhamento das soluções para os problemas ambientais.

O Programa foi concebido com base em duas vertentes distintas, de modo a contemplar os seus públicos interno e externo, através de estratégias específicas. Para o público interno, foram definidas quatro ações básicas de sensibilização, quais sejam: reciclagem do lixo, coleta seletiva de materiais, conservação de energia e programas de conscientização sobre os conceitos modernos de educação ambiental. Para as partes interessadas situadas na área do público externo (estudantes, professores, representantes das comunidades, técnicos de meio ambiente, usuárias e clientes), foram consideradas quatro estratégias básicas: o Programa Aeroporto de Portas abertas - que tem o objetivo de mostrar ao público externo todas as atividades de proteção ambiental realizadas pelo Aeroporto, através de palestras e visitas às instalações e sistemas da Empresa; o Programa de Preservação da Fauna - trabalho científico desenvolvido na área verdes do aeroporto de Salvador Bahia, contemplando a identificação e monitoramento de espécies animais, a determinação de rotas migratórias de aves, as técnicas de capturas e translocações das espécies consideradas de maior risco para a aviação. Participação Externa - envolve a participação do SBSV em congressos, seminários, exposições, feiras, escolas, reuniões com as comunidades etc.

Este Programa focaliza as estratégias de educação ambiental desenvolvidas pela Salvador Bahia Airport empresa responsável pelo Manejo de Fauna do Aeroporto Internacional de Salvador Deputado Luís Eduardo Magalhães. O PEA adotou os conceitos mais avançados sobre Educação Ambiental estabelecido pela Conferência Intergovernamental de Tbilisi sobre Educação Ambiental de 1977, realizada em Tbilisi, Geórgia, que mudou completamente, as práticas implementadas até então no mundo.

Além disso, o PEA incorporou também os princípios da Agenda 21. Ele visa atingir os públicos específicos: comunidades, estudantes e professores da rede de ensino incluídos na ASA, bem como os empregados e os terceirizados do SBSV. O PEA visa conscientizar estudantes da 1ª à 8ª série do primeiro grau e da 1ª à 3ª série do segundo grau, das escolas da rede estadual e municipal de ensino. Trata-se de estudantes de famílias de baixa renda, normalmente na faixa de um a seis salários-mínimos e que não têm acesso às escolas da rede privada. O PEA inclui líderes comunitários, professores, estudantes universitários, técnicos, profissionais de várias áreas e formadores de opinião de um modo geral. Devido à grande diversidade desse tipo de público que inclui empregados dos setores de comércio, serviços e pequeno comércio do entorno do SBSV, os principais beneficiários

indiretos do Programa, são os residentes das comunidades e os familiares dos participantes dos vários públicos (externos e internos), todos com acesso garantido ao material didático distribuído (Livreto de Educação, folhetos informativos, entre outros). Esses beneficiários funcionam como multiplicadores do processo, divulgando os conceitos e práticas de educação ambiental e desenvolvimento sustentável.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As colisões de aeronaves com fauna causam danos econômicos e materiais, risco de morte aos passageiros, assim como a morte dos animais que habitam o entorno das pistas. Os estudos sobre comunidades de aves são muito importantes no sentido de que podem fornecer informações relacionadas a seu comportamento, pois esses animais exploram recursos variados em habitats específicos como no caso dos aeródromos.

O inventário da fauna do Aeroporto Internacional de Salvador SBSV identificou 229 espécies de animais, entre outubro de 2018 a agosto de 2022, sendo 162 espécies de aves, equivalente a um aumento de 149,0 % em relação ao período de 2014 a 2018 com 65 espécies. O carcará (*Caracara plancus*), foi a espécie que mais se envolveu nas colisões, seguida pelo quero-quero (*Vanellus chilensis*). Estudos mostram que o carcará (*Caracara plancus*), família Falconídea, o urubu-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*), família Cathartidae e o quero-quero (*Vanellus chilensis*), família Charadriidae, são consideradas espécies de aves que causam maiores riscos para as operações de aeroportos, devido ao elevado número dessas espécies, dentro desses sítios aeroportuários.

No presente estudo, foi utilizado o embasamento científico, para traçar estratégias eficientes no sentido de minimizar os riscos de acidentes referentes a colisões de aeronaves com a avifauna, evitando-se ao máximo a morte dos animais envolvidos, além das tripulações que vem sempre em primeiro plano.

Após as técnicas e armadilhas, utilizadas para a captura da fauna, serem testadas e aprovadas para utilização, no Aeroporto de Salvador, foi adotada a metodologia da translocação de fauna, como o principal método de controle da mesma. As espécies problemáticas foram capturadas e translocadas para áreas de solturas, devidamente autorizadas pelo órgão Ambiental Estadual. As distâncias de soltura foram testadas para cada espécie de ave, de modo a reduzir ao máximo a possibilidade de seu retorno ao Aeroporto.

No período de 2019 ao de 2021 foram capturadas 5.743 aves de 46 espécies, equivalente a uma média de 1.914 aves por ano. A utilização da metodologia da translocação de fauna (no período 2019 a meado de 2022) mostrou-se bastante eficiente no que se refere à preservação das espécies.

Foi observada uma redução de 73,3% do número de colisões com danos a aeronaves no período de 2019-2021, comparado ao de 2016-2018. No referente às fases de voo das aeronaves, verificou-se que ; na fase de pouso, no período de 2016 a 2018, houve um total de 92 colisões, enquanto no período de 2019 a 2021, uma redução desse número para 46, redução de **50,0%**. Se compararmos o número de **colisões na fase da decolagem**, do período de 2015 a 2018 com 103 colisões, com o período de 2019 a 2021 com 65 colisões, verifica-se que houve uma redução de **38,0%** nesta fase de voo.

Além disso, no referente ao número de horas relativas à ocorrência de pista impraticável, após a implantação do novo Plano de Manejo de Fauna do Aeroporto de Salvador [SBSV], verificou-se uma redução da mesma para 06: h 21 min. Em 2018, o número de horas de pista impraticável era igual a 16h, havendo, portanto, uma redução de 60,0%.

Quanto a identificação das espécies envolvidas nas colisões com aeronaves, foram identificadas mais de 95% de todas as espécies. Quanto ao risco de fauna, apenas duas espécies: o quero-quero (*Vanellus chilensis*) e o urubu-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*) obtiveram risco alto, nenhuma das outras espécies observadas, obteve o grau de risco muito alto. Foi possível também, reduzir a presença de quero-queros, após o estudo do tamanho da grama, sendo constatado que manter a mesma alta é um método eficiente no controle populacional dessa espécie.

De outubro de 2018 até dezembro de 2021, foram translocados 2.327, carcarás (*Caracara plancus*) sendo que apenas 106 (4,6 %) retornaram ao Aeroporto de Salvador, representando uma baixa taxa de retorno, quanto a técnica utilizada. A taxa de retorno do município de Jeremoabo foi a menor de todas, 3,97%, fato justificado por ser essa área a mais distante do Aeroporto de Salvador. Das 106 aves que retornaram apenas nove eram jovens, equivalente a 8,5%, demonstrando a baixa capacidade de retorno das mesmas e 91,5% eram adultos mais experientes e resistentes, com capacidade de retorno maior.

Além dos carcarás, foram translocadas: 1.202 andorinhas-do-rio (*T. albiventer*), 25 corujas-buraqueira (*A. cunicularia*), 20 quero-queros (*V. chilensis*), e 1.603 pombos domésticos (*Columb livia*) que foram capturados e doados para criadores de pombos. Sendo assim, foram contabilizadas 5.087 aves capturadas, das quatro espécies de maiores risco para o Aeroporto de Salvador, sendo que as 656 aves restantes, pertenciam a 42 espécies. Ovos e filhotes de quero-quero (*V. chilensis*) e de coruja-buraqueira (*A. cunicularia*) foram resgatados, e colocados em chocadeiras e após o nascimento dos filhotes, os mesmos eram criados e translocados quando atingiam a capacidade adequada para a translocação.

Através do estudo das áreas úmidas no entorno do Aeroporto [SBSV], foi possível desenvolver uma metodologia capaz de eliminar as espécies de aves que poderiam causar sérios riscos à aviação, baseada no estudo do comportamento das mesmas, não sendo necessários investimentos em infraestrutura, com grande aporte financeiro.

O presente estudo é de grande relevância, por ter demonstrado a sua importância na redução de risco aviário referente à colisão de fauna com aeronaves, atrelado a estudos, metodologias e técnicas capazes de evitar o abate dos animais que representam riscos de colisões, utilizando técnicas não letais, poupando a vida dos mesmos, e diminuindo ou mesmo evitando-se o número de acidentes aéreos.

Corroborando com Cleary; Dolbeer, 2005, aves e aeronaves sempre irão compartilhar o céu, havendo a possibilidade de risco de colisão entre as duas. Sendo assim, os aeroportos precisam minimizar os riscos de colisões de aeronaves com a fauna local, principalmente a avifauna, gerenciando e minimizando os atrativos para a mesma, utilizando estratégias eficientes que deverão ser testadas para o controle a longo-prazo, e descartando o uso de técnicas letais no manejo dos animais envolvidos em situações de risco.

A técnica de translocação de fauna é uma delas e vem sendo utilizada pela Equipe de Gerenciamento de Fauna do Aeroporto de Salvador (Salvador Bahia Airport), visando reduzir o número de acidentes aéreos referentes a risco de colisão com fauna, de modo a salvar não apenas vidas humanas, como também das espécies animais, evitando-se também prejuízos financeiros na ordem de milhões de dólares no caso da ocorrência de acidentes.

Vale destacar que o Aeroporto de Salvador, integrante da rede VINCI Airports, recebeu, o Prêmio Via Viva 2020 - categoria Aeroviária, concedida pelo Ministério da Infraestrutura em reconhecimento às ações ambientais desenvolvidas pelo mesmo. Esse novo título chegou a cinco meses após o Aeroporto ser apontado pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), como o mais sustentável entre todos os outros do país pela terceira vez consecutiva.

REFERÊNCIAS

- AIKEN, K.A. MORRIS D. HANLEY, F.C. MANNING, R. 2002. **Aquaculture in Jamaica**. Naga, WorldFish Center Q. 25: 10-15.
- ALENCASTRO, F. B. 2014. **Aplicação de Ferramentas de Geotecnologias para Análise Multitemporal do Risco de Acidentes Aeroviários por Colisão com Fauna em 4 Aeroportos Brasileiros**. 149 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília.
- ANAC 2014. Regulamento Brasileiro da Aviação Civil RBAC nº 164 Emenda nº 00 Gerenciamento do Risco da Fauna **Resolução nº 320, de 29 de maio**.
- ASKINS, R. ACHÁVEZ-RAMÍREZ, F.; DALE, B. C.; HAAS, C. A.; HERKERT, J. R.; KNOPF, F. L.; VICKERY, P. D. 2007. Conservation of Grassland Birds in North America: Understanding Ecological Processes in Different Regions Report of the AOU Committee on Conservation. **Ornithological Monographs nº 64 Published by the American Ornithologists Union Washington, D.C.**
- BARBIER, J. C. DA SILVA, D. (2011). Desenvolvimento sustentável e educação ambiental: uma trajetória comum com muitos desafios. **RAM, REV. ADM. MACKENZIE**, V. 12, N. 3, Edição Especial • São Paulo, SP • maio/jun. Supl. DOI 10.1590/S1678-69712011000300004.
- BRUNO, S. F. & BARRETO, J. R. 2016. **Aves e aeronaves: riscos e desafios para a ciência e sociedade quanto ao perigo aviário**. Editora Eduff. Edição: 1ª Série Biblioteca, v. 70.
- BURTON, J. A. 1992. **Owls of the World**. Itália: Eurobook Limited.
- CARDOSO, C. O.DOS SANTOS, G. S. GOMES. D. N. TAVARES, A. A. GUZZI, A. 2013. Análise e composição da avifauna no Aeroporto Internacional de Parnaíba, Piauí. **Revista Científica do Cemave/ICmbio**, Parnaíba, Piauí, v. 6, n. 1, p. 89-101, dez..
- CARVALHO, C. E. A.; FIGUEIREDO, L.; TEIXEIRA, C. P.; FIGUEIRA, J. E. C.; ANJOS, L. 2016. Caracterização das colisões entre aves e aeronaves nos aeródromos brasileiros. **Revista Conexão Sipaer**, Vol. 7, No. 1, pp. 89-96, 2016.
- CENIPA (Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos) 2017. **Manual de Gerenciamento de Risco de Fauna. 173p.**
- CENIPA, 2017. **Ministério da Defesa Comando Aeronáutico Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (PCA 3-3) Plano Básico de Gerenciamento de Risco de Fauna**
- COSTANTINI, L. 2019. Composição e distribuição da avifauna no Aeroporto Internacional de Salvador, sob o foco do gerenciamento de risco de fauna. **Revista Conexão Sipaer**, Salvador/ba, v. 10, n. 3, p. 1-16, 15 mar.
- CBRO (Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos). 2014. **Listas das aves do Brasil**. 11º ed. Brasília: Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos.
- CLEARY, E. C.; DOLBEER, R. A. 2005. **Wildlife Hazard management at airports: A manual for airport personnel**. Federal aviation administration, Office of airport safety and standards.
- CENIPA-DECEA. 2017. Departamento de controle do espaço aéreo. **Anuário estatístico de tráfego Aéreo**.
- DE SOUZA, A. E. B. A.; SARAFINI, P. P. (2020) **Manual de Anilhamento de Aves Silvestre** 3ª ed. rev. e ampl. Brasília: ICMBio. Cemave 113 p.: color.; 29,7 cm

- DEVELEY, P. F. (2003) Métodos para estudos com aves. IN: CULLEN, L., R. RUDRAN & AMP; C.V. PÁDUA (Org.). **Métodos de Estudos em Biologia, Conservação & Manejo da Vida Silvestre**. Fundação O Boticário. p. 153-168.
- DOLBEER, R. A. DOVE, C. MILLER, P. R. BEGIER, M. J. 2021. Wildlife Strikes to Civil Aircraft in the United States, 1990-2020. **Federal Aviation Administration National Wildlife Strike Database Serial Report Number 27 del Hoyo**, J. Elliott, A. & Sargatal, J. (eds.). 1999. hummingbirds. Vol.5. Barcelona, Spain: Lynx Edicions.
- DOLBEER, R. A. DOVE, C. MILLER, P. R. BEGIER, M. J. 2020. **Wildlife strikes to civil aircraft in the United States, 1990-2019**. U.S. Department of Transportation, Federal Aviation Administration, Office of Airport Safety and Standards, Serial Report No. 26, Washington, DC., USA. 104 pages.
- DOLBEER, R. A., and S. E. WRIGHT. 2009. **Safety management systems: how useful will the FAA National Wildlife Strike Database be? Human Wildlife Conflicts 3:167-178.**
- DOS SANTOS, T. L. GROSSMANN, N. de CARVALHO, M. M. VELHO, D. M. A. DE CAMPOS, V. C. LOPES, C. M. 2017. **Avaliação de Diferentes Alturas de Grama para Controle de Aves em um Aeroporto Brasileiro**. Revista Conexão Sipaer, Brasília, v. 8, n. 1, p. 80-91
- DORTA, S. F. & AMP; CURY, M. X. (2000) **A plumária indígena brasileira no Museu de Arqueologia e Etnologia da USP**. EdUSP, pp. 36-37
- FASOLA M, and RUIZ, X. 1996. **The value of rice fields as substitutes for natural wetlands for waterbirds in the Mediterranean region**. Colonial Waterbirds 19 (Special Publ.1): 22-128.
- FLEURY B. E. 1996. **Population trends of colonial wading birds in the southern United States: food limitation and the response of Louisiana populations to crayfish aquaculture**. Dissertation, Tulane Univ., New Orleans.
- GRANTSAU, R. **Guia completo para identificação das aves do brasil**. 1º ed. São Paulo: Vento Verde, 2010.
- GUEDES, F. L. 2010. **Avifauna relacionada ao risco de colisões aéreas no aeroporto internacional presidente Juscelino Kubitschek, Brasília, Distrito Federal, Brasil**. R.Conex. SIPAER, v. 2, n. 1, nov.
- HEIMERDINGER, M.A. & AMP; R.C. LEBERMAN (1966) **Comparative efficiency of 30- and 36-mm mesh in mist nets**. **Bird-Banding 37(4): 280-285.**
- HEMMING, J. 1995. **Red Gold: The Conquest of Brazilian Indians**. Papermac, 1995. p. 39
- HUNER, J. V. 1994. **Cultivation of freshwater crayfish in North America**. Pages 5-156. In: Hunner JV (ed) **Freshwater Crayfish Aquaculture in North America, Europe, and Australia, Families Astacidae, Cambaridae, and Parastacidae**. Haworth Press, Binghamton N.Y., pp 5-156.
- HOON, A. & AMP; OLIVEIRA, H.R.B. 2014. Risco Aviário e Fauna. **Revista Conexão SIPAER**
- IBAMA. 2005. **Instrução Normativa IBAMA nº 72, de 18 de agosto**. Normatiza a elaboração de Planos de Manejo visando evitar e/ou reduzir colisões de aeronaves com a Fauna Silvestre em Aeródromos (PMFA) e regulamentar a concessão de autorização para manejo de fauna relacionada ao perigo de colisões em aeródromos brasileiros.
- IUCN (2012) **The IUCN Red List of Threatened Species**. International Union for Conservation of Nature.
- LIMA; JOSEANA ARAUJO, LIMA; PEDRO CERQUEIRA, DIAS; CARLA SILVA, CARVALHO; RODRIGO REZENDE MIREZ DE, PINNA; MELISSA HANZEN PINNA (2021). **Evidência Sorológica De Exposição À Leptospira Spp. Em Caracara Plancus De Vida Livre No Município De Salvador-Ba**. WildLife Clinic Congress, 2ª edição, de 24/05/2021 a 28/05/2021 ISBN dos Anais: 978-65- 89908-21-0
- LIMA, P. C. 1994. **Aves de rapina na Bahia**. A TARDE RURAL, p. 12 - 12, 20 jan.
- LIMA, P. C. 1996. **Uma longa viagem para morrer na praia**. Ciência Hoje, v. 120, p.5861.
- LIMA, P. C.; SANTOS, S. S.; LIMA, R. C. F. R.; MEDEIROS, C. G. BARRETO, C. M. 1997. **Reprodução de Bubulcus ibis (Linnaeus, 1758) e Nycticorax nycticorax (Linnaeus, 1758) numa região de caatinga e registro de alguns endemismos**. In: VI Congresso Brasileiro de Ornitologia. Belo Horizonte, Minas Gerais:
- LIMA, P. C.; DOS SANTOS, S.S.; LIMA, R. C. F. R.; MEDEIROS, C. G; BARRETO, C.; Almeida, J. M. 1998. **Manejo reprodutivo de Bubulcus ibis (Linnaeus, 1758) em colônia de reprodução**. In: VII CONGRESSO BRASILEIRO DE ORNITOLOGIA, 1998, Rio de Janeiro. Resumos do VII Congresso Brasileiro de Ornitologia. Rio de Janeiro, RJ: p. 100.
- LIMA, P. C.; STURARO, L. L. 1999. **Aves de rapina e o pombo-correio**. A Tarde Rural, p. 4 - 5, 13 set.
- LIMA, P. C.; SAMPAIO, S. S; LIMA, R. C. F. R. 1999. **As aves migratórias do Litoral Norte da Bahia completar**
- LIMA, P. C.; SANTOS, S. S.; LIMA, R. C. F. R. 2000. **Os urubus**. A TARDE RURAL, p. 4 - 5, 07 fev.
- LIMA, P. C.; GRANTSAU, R. ; LIMA, R. C. F. R. ; SANTOS, S. S. 2004. **Ocorrência e Mortalidade de aves oceânicas na costa da Bahia, e a chave de identificação da Ordem Procellariiformes e Família Stercorariidae**. Atualidades Ornitológicas (Impresso), v. 121, p. 163.
- LIMA, P. C. 2005. **Projeto de translocação e reintrodução de Aves**. Atualidades Ornitológicas (Impresso), v. 123, p. 1-20,
- LIMA, P. C. SANTOS, S.S. 2005. **Reprodução de uma população reintroduzida de Aratinga auricapillus (Kuhl, 1820) Aves: Psittacidae, em área de Cerrado no Leste da Bahia, Brasil**. Ornithologia 1 (1): 13-17, Junho.
- LIMA, P. C. 2005. **Projeto de translocação e reintrodução de Aves**. Atualidades Ornitológicas (Impresso), v. 123, p. 1-20,

- LIMA, P. C.; SANTOS, S. S.; LIMA, R. C. F. R. 2005. **As andorinhas e o fenômeno da migração**. NEON, Salvador, p. 34 - 36.
- LIMA, P. C. 2006. **Aves do Litoral Norte da Bahia -Birds of the Northern Coastal Region of Bahia**. 1. ed. Atualidades Ornitológicas N. 134 v. 1. 661p. 27,7 MB.
- LIMA, P. C. 2007. **Comportamento reprodutivo da coruja-buraqueira *Athenecunicularia grallaria* (Temminck, 1822) em um enclave cerrado no Litoral Norte da Bahia**. Atualidades Ornitológicas Nº 135:12-13
- LIMA, P. C.; LIMA, T. N. C.; LIMA, R. C. F. R. 2007. **Ocorrência e reprodução do guará *Eudocimus ruber* (Linnaeus, 1758) na Bahia, em colônia mista com garça-vaqueira *Bubulcus ibis* (Linnaeus, 1758) e garça-azul *Egretta caerulea* (Linnaeus, 1758), no Recôncavo da Bahia**. Atualidades Ornitológicas Nº 136 - Março/Abril www.ao.com.br
- LIMA, P. C., LIMA, R. C. F. LIMA NETO, T. N. C. (2011). **A biodiversidade do Litoral Norte da Bahia e o impacto da especulação imobiliária**. Iº Seminário Espaços Costeiros. Salvador-Bahia, 26 a 29 de setembro.
- LIMA, P. C. The reproductive behavior of the sparrow hawk *Falco sparverius cearae* (Cory, 1915) in Bahia: a photographic essay. Atualidades Ornitológicas (Impresso), v. 161, 2011.
- LIMA, P. C. 2019. **Manejo de Fauna – Aeroporto Internacional Deputado Luís Eduardo Magalhães**. PRIME AMBIEMNTAL.
- MACARTHUR A.T. & AMP; A. T. MACARTHUR (1974) **On the use of mist nets for population studies of birds**. Proc. Nat. Acad. Sci. USA. 71: 3230-3233.
- MACHADO, A. B. M, DRUMMOND, G.M, PAGLIA, A.P. 2008. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção Biodiversidade**. - 1.ed. - Brasília, DF: MMA; Belo Horizonte, MG: Fundação Biodiversitas, 2v. (1420 p.)
- MANHÃES, M.A. & AMP; LOURES-RIBEIRO, 2011. **A. The avifauna of the Poço D’Anta Municipal Biological Reserve, Juiz de Fora, MG. Biota Neotrop**. 11(3).
- MATTER, S. V. F. C. STRAUBE, I. A. ACCORDI, V. Q. PIACENTINI, J. F. CÂNDIDO-Jr (Org.). (2010) **Ornitologia e Conservação: Ciência Aplicada, Técnicas de Pesquisa e Levantamento**. 1ed. Rio de janeiro: Technical Books.
- MELATTI, J. C. 2007. **Índios do Brasil**. EdUSP,p. 225
- MENDONÇA, F. A. C. 2005. **Apostila de Perigo Aviário**. Brasília: CENIPA,
- MOTTA-JUNIOR, J. C.; GRANZINOLLI, M. A. M.; MONTEIRO, A. R. 2010. **Miscellaneous ecological notes on Brazilian birds of prey and owls**. Biota Neotrópica (Edição em Português. Online), v. 10, p. 355-360
- MORAIS, F. J. A. 2012. **Evolução do risco aviário no Brasil entre 2006 e 2010: Estatísticas e probabilidades**. R. Conex. SIPAER, v.3, n.2, p. 209-217, Mar-abr.
- NOVAES, W.G. & A.M.P; ALVAREZ, M. R. D. V. 2010. **O Perigo Aviário em Aeroportos do Nordeste do Brasil: Análise das Colisões entre Aves e Aviões entre os anos de 1985 e 2009**. Revista Conexão Sipaer, v.1, n.3, p. 47-68
- NOVAES R. CINTRA, W. G. 2015 **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. 117:650–659.
- NOVAES, W. G. **Ranking De Severidade Relativa Das Espécies De Fauna Na Aviação Brasileira**. Revista Conexão SIPAER, v.12, n. 1, p. 95-112, 2022
- OLIVEIRA, H. R. B.; SANTOS, L. C. B.; OLIVEIRA, C. M.; SILVA, J. P. 2016. **Anuário de Risco de Fauna 2015**. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA). Brasília.
- PORTO, P.M; LIBERMAN, B; PROCHNOW, T.R. 2007. **Manejo da vegetação para redução do perigo aviário para habitats campestres no Aeroporto Salgado Filho**. Porto Alegre.
- RUIZ-ESPARZA, J, CONCEIÇÃO, A. M. SILVA C. ALVES M. SANTOS, H. A. TAVARES, D. S. 2014. **Avaliação do perigo de fauna no aeroporto de Aracaju – Santa Maria, Sergipe: Bases para mitigação do risco de colisões com fauna**. Revista Conexão Sipaer, vol.5,No. 1, PP. 30-42.
- SANTOS, L. C. B.; SOUZA, M. D. S. (2021). **Anuário de Risco de Fauna 2011-2020**. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA). Brasília. 2
- SOUZA, A. H. N., GOMES, H. B.; CARVALHO, C. E. A. 2002. **Corte de grama e monitoramento de fauna para aeroportos brasileiros: uma proposta metodológica**. Revista Conexão Sipaer, Vol. 7, No. 1, pp. 96-102,
- SICK, H. 2001. **Ornitologia Brasileira. Edição revista e ampliada por J. F. Pacheco**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira

- STICKLEY, A. R. ANDREWS, K. 1989. **Survey of Mississippi catfish farmers on means, efforts, and costs to repel fish-eating birds from ponds.** In: Proceedings of the Eastern Wildlife Damage Control Conference (4th). Wisconsin Department of Natural resources, Madison, pp 105- 108
- TERBORGH, J. 1989. **Where have all the birds gone: essay on the biology and conservation of birds that migrate to the American tropics.** Princeton University Press.
- VIEIRA, F. M. PURIFICAÇÃO, K.N. CASTILHO, S. C. PASCOTTO, M.C. 2013. **Estrutura trófica da avifauna de quatro fitofisionomias de Cerrado no Parque Estadual da Serra Azul.** Ornithologia, Mato Grosso, v. 2, n. 5, p. 43-53, jan.
- NETZEL, C. DE SÁ, E.P. 2004. **Estudo Preliminar Sobre a Problemática das Aves para a Segurança do Aeroporto Internacional Tom Jobim e o Aterro Sanitário de Gramacho. 63 f. Monografia (Especialização) - Curso de Gestão Ambiental, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.**
- OLIVEIRA, H. R. B. 2017. **Metodologia de Avaliação Operacional de Risco de Fauna. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA).** Brasília.
- PEREIRA, J. A. C. 2008. **Perigo aviário diante da conexão dos direitos ambiental e aeronáutico. Monografia de Especialização, Publicação E-TA-013A.** Distrito Federal: Universidade de Brasília, Centro de Formação em Recursos Humanos em Transportes.
- POUGH, F. H. JANIS, C. M.; HEISER, J. B. (2008). **A vida dos Vertebrados.** Quarta Edição, Copyright© 2008 por Atheneu Editora São Paulo Ltda.
- PRICE, I. NICHUM, J.G. 1995. **Aquaculture and birds: the context for controversy.** Colonial Waterbirds 18 (Special Publ. 1): 33-45.
- SILVA, N. A. P. DA, FRIZZAS M. R. & AMP; OLIVEIRA, C. M. 2011. **Seasonality in insect abundance in the “Cerrado” of Goiás State, Brazil.** Revista Brasileira de Entomologia 55(1): 79–87.
- SODHI, N.S. 2002. **Competition in the air: Birds versus Aircraft.** The Auk, n.119. p.587-595.
- STICKLEY, A. R. JR. 1990. **Avian predators on southern aquaculture.** U. S. Department of Agriculture Southern Regional Aquaculture Center SRAC Publication no. 400
- STOTZ, D. FITZPATRICK, F. J. W. PARKER, T. A. PARKER & AMP; MOSKOVITS, D. K. (1996) **Neotropical birds, ecology, and conservation.** Chicago: University of Chicago Press.
- VASCONCELOS, M. F.; LIMA, P. C.; SANTOS, S. S.; LIMA, R. C. F. R. 2003. **Ocorrência migratória de Progne tapera fusca (Passeriformes: Hirundinidae) na região da Serra do Caraça, Minas Gerais, Brasil.** Ararajuba (Rio de Janeiro), v. 11, p. 221-222
- VILLAREAL, L. M. A. (2008) **Programa Nacional de Limitacion de Fauna em Aeroportos.** República da Colômbia, Unidade Administrativa Especial de Aeronáutica Civil, Version II, pp. 104.
- VITOUSEK, P. M, MOONEY H. A, LUBCHENCO, J, MELILLO, J. M. 1997. **Human domination of Earth’s ecosystem.** Science 277: 494-499
- WIKIPÉDIA (2018) **Parque das Dunas (Salvador).** In, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2018.

Sistemas baseados na vigilância de superfície de aeroportos para a prevenção de incursão em pista: impactos para a segurança operacional na aviação civil

Claudia Silveira da Cunha¹, Ana Luiza Duarte do Vale Duarte², Erick Coelho Costa³

1 claudiasc@fumec.br

2 analuizaduartedovale@gmail.com

2 erickcoelho2203@gmail.com

RESUMO: As incursões em pista são eventos que envolvem o ingresso inapropriado de aeronaves, veículos ou pessoas em uma pista de pouso e decolagem. Trata-se de uma séria ameaça à segurança operacional da aviação civil dado o potencial catastrófico de suas ocorrências. Para lidar com tal fenômeno, a comunidade aeronáutica tem visado defesas tecnológicas que, a partir do princípio de vigilância de superfície, são capazes de oferecer informações e alertas úteis aos pilotos, controladores e motoristas de aeroportos nos momentos e locais em que uma incursão pode ocorrer. Dessa maneira, a presente pesquisa tem como objetivo geral analisar os impactos para a segurança operacional na aviação civil com a implementação de sistemas baseados na vigilância de superfície de aeroportos para a prevenção de incursão em pista. Com relação aos métodos científicos, a pesquisa possui uma natureza básica, com uma abordagem qualitativa, de caráter exploratório e quanto aos procedimentos é bibliográfica e documental. O estudo evidenciou que a tecnologia baseada em vigilância é capaz de evitar vários cenários que causam incursões através do fornecimento do status de ocupação de uma pista diretamente aos pilotos e motoristas ou a partir da detecção de conflitos e emissão de alertas aos controladores de tráfego aéreo. Conclui-se que tais mecanismos representam uma defesa robusta para o erro humano e a exploração de suas potencialidades é capaz de trazer ganhos consideráveis para a segurança operacional da aviação civil, contribuindo para torná-la mais preparada para lidar com as ameaças que a permeiam.

Palavras Chave: 1. Segurança Operacional. 2. Aviação Civil. 3. Tecnologia. 4. Ocupação de pista. 5. Pilotos.

Systems based on airport surface surveillance for the prevention of runway incursion: impacts on operational safety in civil aviation

ABSTRACT: Runway incursions are events involving the inappropriate entry of aircraft, vehicles, or persons onto a runway. It is a serious threat to the operational safety of civil aviation given the catastrophic potential of its occurrences. To deal with this phenomenon, the aeronautical community has been aiming for technological defenses that, based on the principle of surface surveillance, are able to provide useful information and alerts to pilots, controllers and airport drivers at the moments and places where an incursion may occur. Thus, the present research has the general objective to analyze the impacts for operational safety in civil aviation with the implementation of systems based on airport surface surveillance for the prevention of runway incursion. As for the scientific methods, the research has a basic nature, with a qualitative approach, of exploratory character, and as for the procedures, it is bibliographic and documental. The study showed that surveillance-based technology is capable of preventing various scenarios that cause incursions by providing the occupancy status of a runway directly to pilots and drivers or by detecting conflicts and issuing alerts to air traffic controllers. It is concluded that systems based on airport surface surveillance for runway incursion prevention represent a robust defense against human error and the exploitation of the potential of these mechanisms is capable of bringing considerable gains for the operational safety of civil aviation, contributing to make it more prepared to deal with the threats that permeate it.

Key words: 1. Operational Safety. 2. Civil Aviation. 3. Technology. 4. Runway Occupation. 5. Pilots.

Citação: Cunha, CSC, Duarte, ALDVD, Costa, ECC (2023). Sistemas baseados na vigilância de superfície de aeroportos para a prevenção de incursão em pista: impactos para a segurança operacional na aviação civil. *Revista Conexão Sipaer*, Vol. 13, N.º. 2, pp. 59-69.

1 INTRODUÇÃO

A atividade aérea, por sua natureza, é permeada por várias formas de perigo e a continuidade das operações depende da busca constante pela garantia da segurança. Nesse contexto, Byrne (2017) aponta que uma das ocorrências mais arriscadas na aviação consiste na colisão entre aeronaves. Deste modo, é natural considerar que tal fenômeno possui grande probabilidade de ocorrer quando as aeronaves estão operando com proximidade elevada, o que ocorre, por exemplo, quando elas estão ainda em solo, nos aeroportos.

De acordo com Jones e Young (2001), o crescimento do tráfego aéreo culminou no congestionamento da superfície de aeroportos, bem como no aumento da complexidade da configuração de pistas e *taxiways*, tornando mais difícil a separação entre os aviões em solo. Nesse cenário, Byrne (2017) destaca que há a possibilidade de mais de uma aeronave tentar utilizar uma

mesma pista de forma simultânea, caracterizando uma incursão em pista – fenômeno capaz de criar riscos não somente aos pilotos e passageiros, mas também aos motoristas e funcionários que atuam no ambiente aeroportuário.

Compreende-se na presente pesquisa o conceito de incursão em pista definido pela *International Civil Aviation Organization* (ICAO) (2016, p. 1-15) como “qualquer ocorrência em um aeródromo envolvendo a presença incorreta de uma aeronave, veículo ou pessoa na área protegida de uma superfície designada para pouso e decolagem de aeronaves”. Cabe destacar que esta ocorrência requer devida atenção, uma vez que a incursão em pista representa um risco à segurança operacional na medida em que pode desencadear um incidente ou acidente aeronáutico que podem levar a danos materiais, lesões e fatalidades.

Para Jones e Young (2001), tradicionalmente, a separação entre aeronaves em um aeroporto é realizada partindo do princípio de “ver e evitar”, em que pilotos e controladores utilizam pistas visuais para evitar situações de conflito entre aeronaves e veículos. Neste âmbito, acrescentam-se ainda algumas medidas para a prevenção de incursão em pista recomendadas pela Icao mediante o documento emitido no ano de 2007, intitulado *Manual on the Prevention of Runway Incursions*. Tais medidas são amplamente implementadas em aeroportos de todo o mundo e consistem, majoritariamente, em marcações e sinalizações de pistas e *taxiways*, padronização da fraseologia e melhores práticas dentro da cabine de comando. Entretanto, segundo Simão (2010, p. 61), “a prática tem mostrado que todas essas barreiras muitas vezes não são suficientes para evitar que o erro humano aconteça”.

De acordo com Kuffner e Perkins (2009), deve ser empregada uma abordagem em camadas da segurança das operações em uma pista, de modo a considerar a consciência situacional baseada em vigilância, alertas de conflito para o controlador e informações de *status* da pista apresentadas diretamente às tripulações nos momentos e locais em que uma incursão em pista pode ocorrer.

Desse modo, conforme apontam Möller e Schönefeld (2012), é importante observar que a capacidade de prevenir uma incursão em pista, em tempo hábil, depende diretamente do sistema de vigilância que fornece informações para as pessoas que estão lidando com a incursão. Ainda, destaca-se que sistemas de vigilância compreendem recursos tecnológicos capazes de proverem uma cobertura radar total ou parcial da superfície de um aeroporto e, então, fornecerem informações e alertas úteis para que pilotos, controladores e motoristas possam identificar, reagir e evitar cenários capazes de provocar uma incursão em pista. Nesse aspecto, inserem-se o *Runway Status Lights* (RWSL), o *Aerodrome Surface Detection Equipment, Model X* (ASDE-X) e o *Final Approach Runway Occupancy Signal* (FAROS).

Segundo Mrazova (2014, p. 71), a segurança das operações nas pistas de um aeroporto é um componente vital da segurança da aviação como um todo e com o esperado crescimento no tráfego aéreo, o número absoluto de incidentes está fadado a aumentar, a menos que seja controlado por soluções pragmáticas e sensatas.

Assim, é fundamental para a comunidade aeronáutica, o estudo acerca de barreiras capazes de prevenir a ocorrência de incursões em pista. De acordo com Simão (2010, p. 61), “a tecnologia tem se revelado como a última salvaguarda para evitar que as temidas *runway incursions* se transformem em acidentes de dimensões catastróficas”. Nesse quadro, destacam-se os sistemas baseados na vigilância de superfície de aeroportos como uma defesa tecnológica que visa contribuir para a segurança operacional da aviação.

Diante do exposto, o objetivo geral do presente artigo consiste em analisar os impactos para a segurança operacional na aviação civil com a implementação de sistemas baseados na vigilância de superfície de aeroportos para a prevenção de incursão em pista. Assim, no intuito de contemplar o objetivo geral exposto e o percurso metodológico, definiu-se os respectivos objetivos específicos: apreender o conceito de segurança operacional na aviação civil; pesquisar sobre o conceito de incursão em pista, abordando seus fatores contribuintes; analisar os principais sistemas baseados na vigilância de superfície de aeroportos para a prevenção de incursão em pista e identificar os impactos para a segurança operacional na aviação civil com a implementação de sistemas baseados na vigilância de superfície de aeroportos para a prevenção de incursão em pista.

2 METODOLOGIA

Com relação aos métodos científicos, a pesquisa possui natureza básica que, por sua vez, é definida por Gerhardt e Silveira (2009, p. 34) como aquela pesquisa que “objetiva gerar conhecimentos novos, úteis para o avanço da Ciência, sem aplicação prática prevista”. Assim, o artigo possui o objetivo de gerar conhecimento através de pesquisas associadas às generalidades de incursões em pista, bem como acerca de sistemas para a sua prevenção baseados no princípio da vigilância de superfície de aeroportos.

Quanto à abordagem, a pesquisa é qualitativa. Desse modo, segundo Gil (2008), não há abordagem numérica ou através de variáveis matemáticas, mas sim uma análise subjetiva dos dados encontrados, tais como conceitos de segurança operacional, incursões em pista e possíveis formas de prevenção de tal ocorrência a partir da tecnologia.

Quanto aos objetivos, a pesquisa tem caráter exploratório. Conforme Gil (2002, p. 41), estas pesquisas têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema: Quais os impactos para a segurança operacional na aviação civil com a implementação de sistemas baseados na vigilância de superfície de aeroportos para a prevenção de incursão em pista?, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses, bem como fomentar discussões sobre o fenômeno de pesquisa. Nesse

sentido, foram estudados possíveis impactos de defesas tecnológicas para a prevenção de incursões em pista e sua influência para a segurança operacional na aviação civil.

Quanto aos procedimentos metodológicos, a pesquisa é de caráter bibliográfico e documental. De acordo com Gil (2002, p. 44), “a pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos”. Assim, foram consultados artigos de autores na área de segurança tais como Millam (2017), e Villas Bôas (2014); e nos estudos de incursões em pista como Möller e Schönefeld (2012), Mrazova (2014), Jones e Young (2001) e Simão (2010). Quanto ao aspecto documental, Lakatos e Marconi (2003, p. 173) consideram que “a característica da pesquisa documental é que a fonte de coleta de dados está restrita a documentos, escrita ou não, constituindo o que se denomina de fontes primárias”. Desse modo, foram usados documentos emitidos pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), *Federal Aviation Administration* (FAA), Icao, *Transport Canada*, dentre outros.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Segurança operacional na aviação civil

A Convenção de Chicago, ocorrida no ano de 1944, representou um importante marco para a aviação. Na ocasião, 54 países compareceram ao evento que culminou na criação da Icao – organização que surgiu com o objetivo de possibilitar o crescimento da aviação civil internacional de uma maneira segura e ordenada (ICAO, 2019, p. 9). Assim, buscava-se a maior padronização possível entre os países signatários quanto aos regulamentos, procedimentos e organização do transporte aéreo.

Frente a isso, a Icao considera que o conceito de segurança operacional consiste no “estado em que os riscos associados com atividades da aviação, relacionados ou em suporte direto à operação de aeronaves, são reduzidos e controlados a um nível aceitável” (ICAO, 2018, p. 2-1). Nesse sentido, é preciso ressaltar que a acelerada expansão do transporte aéreo fez com que a indústria do setor reunisse sucessivos esforços no intuito de mitigar todos os fatores que pudessem afetar o desenvolvimento seguro de uma área bastante dinâmica como a aviação. Para Millam (2017, p. 1):

o trabalho investigativo de acidentes amadureceu, assim como a capacidade da indústria em capturar dados para orientar essas investigações para que possam produzir mitigações robustas, que foram aplicadas em melhores tecnologias, procedimentos e treinamento (MILLAM, 2017, p. 1).

Como consequência, tornou-se possível compreender o amadurecimento da segurança operacional na aviação. Para a Icao (2018), essa evolução envolve quatro etapas: Era Técnica, Era dos Fatores Humanos, Era Organizacional e Era do Sistema Total. Ressalta-se que cada uma dessas ênfases se associa a uma época específica, conforme ilustrado na Figura 1.



Figura 1 - Etapas de evolução da segurança operacional. (Fonte: Elaborado pelos autores, 2021).

A Era Técnica foi predominante desde os primórdios da aviação até o fim da década de 1960. Durante esse período, as principais ameaças à segurança operacional consistiam em fatores técnicos e falhas tecnológicas, de modo que os esforços da indústria buscavam aprimorar a confiabilidade da máquina (ICAO, 2018). Já a Era dos Fatores Humanos teve início na década de 1970 e passou a levar em consideração os indivíduos atuantes no setor aeronáutico, assim, conforme Villas Bôas (2014), novos aspectos ganharam notoriedade, tais como a interação entre indivíduos e máquinas, trabalho em equipe e consciência situacional.

A Era Técnica foi predominante desde os primórdios da aviação até o fim da década de 1960. Durante esse período, as principais ameaças à segurança operacional consistiam em fatores técnicos e falhas tecnológicas, de modo que os esforços da indústria buscavam aprimorar a confiabilidade da máquina (ICAO, 2018). Já a Era dos Fatores Humanos teve início na década de 1970 e passou a levar em consideração os indivíduos atuantes no setor aeronáutico, assim, conforme Villas Bôas (2014), novos aspectos ganharam notoriedade, tais como a interação entre indivíduos e máquinas, trabalho em equipe e consciência situacional.

Quanto a Era Organizacional, a partir de meados da década de 1990, a segurança operacional tomou uma abordagem mais ampla. Conforme a *Civil Aviation Safety Authority (CASA)* (2019), verificou-se a influência de fatores técnicos, operacionais e organizacionais sobre o erro humano. Além disso, a Icao (2018) destaca o surgimento de políticas proativas de monitoramento de ameaças adotadas por organizações do setor aéreo.

Por fim, a partir do século XXI, iniciou-se a Era do Sistema Total. Segundo Batuwangala, Silva e Wild (2018), essa perspectiva considera toda a indústria da aviação como um sistema e suas entidades como subsistemas que devem ser compreendidos e gerenciados para fins de controle de desempenho da segurança. Ainda, conforme a Icao (2018), as organizações do setor aéreo passaram a adotar o Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional (SGSO), que visa designar a estrutura mínima organizacional necessária de cada operador aéreo, bem como suas políticas, responsabilidades e procedimentos adequados para a administração da segurança operacional.

3.2 SISTEMAS DE GERENCIAMENTO DA SEGURANÇA OPERACIONAL

A implementação dos Sistemas de Gerenciamento da Segurança Operacional ocorreu através da Icao em 1º de janeiro de 2009, mediante a criação do Anexo 19. O respectivo anexo determina que cada Estado signatário deve adotar um *State Safety Programme (SSP)*, traduzido no Brasil como Programa de Segurança Operacional (PSO). Desse modo, os Estados foram instruídos a desenvolver e adotar práticas de gestão de segurança de uma forma institucionalizada, que devem ser seguidas pelos seus provedores de serviço na área de aviação através de um SGSO. Para a Anac (2018, p. 1),

com o SGSO, o conceito de segurança de voo amplia-se para uma abordagem sistêmica e ampla, considerando todos os aspectos que envolvem a segurança na operação de uma aeronave e promovendo a melhoria contínua dos níveis de segurança (ANAC, 2018, p. 1).

Nesse sentido, conforme a Icao (2018), o SGSO de uma organização deve visar o aprimoramento da segurança a partir da identificação de perigos e gerenciamento de riscos, de modo a mantê-los em um nível aceitável. Para melhor compreensão, a Anac (2019, p. 8), define perigo como “uma condição, objeto ou atividade que potencialmente pode causar lesões às pessoas, danos a bens (equipamentos ou estruturas), perda de pessoal ou redução da habilidade para desempenhar uma função determinada”. Na aviação, são exemplos de perigos: o não cumprimento de um *checklist*, a presença de um tráfego conflitante na pista de pouso e decolagem, as condições meteorológicas degradadas, dentre outros.

Já o risco é definido como “a avaliação das consequências de um perigo, expressa em termos de probabilidade e severidade, tomando como referência a pior condição possível” (ANAC, 2019, p. 15). Assim, de acordo com Stolzer, Halford e Goglia (2008), enquanto os perigos se referem às potencialidades abstratas, o risco lida com as consequências e sua probabilidade de ocorrer.

A análise e o gerenciamento dos riscos devem ser feitos após a devida identificação das consequências dos perigos. Basicamente, o SGSO deve analisar o risco com base em sua probabilidade e severidade, visando priorizar as ações de mitigação para os maiores riscos identificados. Partindo disso, obtêm-se a matriz de tolerância ao risco, que classifica cada um dos riscos identificados como aceitável (região verde da matriz), tolerável (região amarela) ou inaceitável (região vermelha), como demonstrado pelo Quadro 1.

			<i>Severidade</i>				
			A	B	C	D	E
			catastrófica	crítica	significativa	pequena	insignificante
<i>Probabilidade</i>	5	Frequente	5A	5B	5C	5D	5E
	4	Ocasional	4A	4B	4C	4D	4E
	3	Provável	3A	3B	3C	3D	3E
	2	Improvável	2A	2B	2C	2D	2E
	1	Extremamente improvável	1A	1B	1C	1D	1E

Quadro 1 – Matriz de tolerância ao risco (Fonte: Anac, 2019).

Destaca-se ainda que, na medida em que a concepção de segurança se amplia para todos os níveis de uma organização, fica evidente que os acidentes e incidentes não são provocados por um fator isolado, mas sim por uma série de condições interligadas que são capazes de trazer consequências indesejáveis. Além disso, com o SGSO, a comunidade aeronáutica passou a buscar, de forma integrada e proativa, a identificação e tratativa de todas as formas de perigo capazes de trazer riscos à atividade aérea como um todo. Nesse sentido, destaca-se a relevância das incursões em pista – fenômeno citado de forma recorrente pela literatura como uma ocorrência capaz de proporcionar consequências catastróficas e que, portanto, deve ser bem compreendido.

3.3 Incurções em pista: um problema e um risco potencial

Assim como toda ocorrência aeronáutica de risco, as incursões em pista podem ser consequência de diversos fatores. Conforme Stroeve et al. (2016), muitas variáveis são relevantes nas operações de pouso, decolagem e táxi, tais como a posição e deslocamento das aeronaves, consciência situacional dos pilotos e comunicação entre as tripulações e o controle de tráfego aéreo. Portanto, uma incursão em pista pode surgir de diferentes maneiras considerando a multiplicidade de eventos que ocorrem no ambiente aeroportuário.

Para Hudson (2005 *apud* Simão, 2010), grande parte dos fatores contribuintes para a ocorrência de uma incursão em pista podem ser agrupados em três aspectos principais que podem interagir entre si, sendo eles: a cabine de comando, a infraestrutura aeroportuária e o controle de tráfego aéreo.

3.3.1 Cabine de commando

- Falhas de comunicação:
 - Cotejamento incorreto, incompleto ou ausente;
 - congestionamento ou bloqueio da frequência de rádio;
 - prefixos de chamada semelhantes;
 - falta de aplicação do *Crew Resource Management* (CRM).
- Consciência situacional deficiente:
 - Desconhecimento de sua própria localização, posição de outros tráfegos e rota de táxi autorizada pelo controlador (JONES; YOUNG, 2001);
 - realização de tarefas não pertinentes durante o táxi;
 - baixa familiaridade com o aeroporto.

3.3.2 Infraestrutura aeroportuária

- Complexidade do *layout* aeroportuário;
- *Hot spots*: locais com alta probabilidade de ocorrência de uma incursão em pista;
- *incursões geradas por pessoas*;
- conflitos gerados por motoristas em virtude de erros associados aos fatores humanos.

3.3.3 Controle de tráfego aéreo

- Falhas de memória;
- falta de coordenação;
- baixa consciência situacional;
- falhas de comunicação;
- falhas nos processos de planejamento e tomada de decisão.

3.4 Sistemas baseados na vigilância de superfície de aeroportos para a prevenção de incursão em pista: funcionamento e aplicabilidade

A recorrência de incursões em pista observada pela indústria aeronáutica ao longo dos anos tem levado o setor a buscar por defesas tecnológicas capazes de elevar a consciência situacional de todos os indivíduos envolvidos nos deslocamentos pela superfície aeroportuária e, assim, manter tais operações em um nível aceitável de segurança.

Conforme Möller e Schönefeld (2012), a prevenção de uma incursão em pista, além de depender das barreiras que evitem a entrada inadvertida de uma aeronave ou veículo em uma pista ativa, deve ainda considerar a capacidade de detectar tais eventos quando estiverem na iminência de ocorrer para então viabilizar ações corretivas que impeçam, ou ao menos minimizem possíveis

danos. Nesse sentido, Eggert (1994) considera que um importante passo para assegurar a segurança e o controle efetivo do tráfego em um aeroporto é a melhoria da vigilância, principalmente quando esta é suportada por tecnologias que auxiliem o trabalho do ser humano mediante o fornecimento direto de informações úteis para fins de segurança.

Nessa abordagem, Möller e Schönefeld (2012, p. 34) explicam que a tecnologia atua fornecendo proteções contra as causas de uma incursão e emitindo alarmes sempre que tal evento ocorrer. Por exemplo, um sistema baseado em vigilância pode fornecer informações ou alertas que impeçam que um controlador autorize mais de uma aeronave a utilizar a mesma pista. Outra capacidade de sistemas dessa natureza é fornecer informações diretamente aos pilotos e motoristas quanto ao *status* de ocupação de uma pista, de modo a indicar os momentos em que é seguro utilizá-la.

Nesse contexto, a partir do início dos anos 2000, sistemas de vigilância de superfície como o ASDE-X, o RWSL e o Faros surgiram com o objetivo de acrescentar camadas de proteção às operações nas áreas de movimento de um aeroporto, com foco principal em prevenir a ocorrência de incursões em pista.

3.4.1 *Aerodrome Surface Detection Equipment, Model X (asde-x)*

O ASDE-X é um sistema de vigilância de superfície implementado no ano de 2003 pela empresa norte-americana *Saab Sensis Corporation* através de um contrato firmado em conjunto com a FAA. O principal objetivo de sua aplicação é auxiliar os controladores a detectarem potenciais conflitos, nas pistas de pouso e decolagem, através da cobertura radar detalhada do movimento de aeronaves e veículos no ambiente aeroportuário.

Para isso, conforme a FAA (2018), o ASDE-X obtém informações do fluxo de tráfego a partir de um radar de movimento de superfície instalado no topo da torre de controle (TWR) e também através de antenas interrogadoras e sensores *Automatic Dependent Surveillance – Broadcast (ADS-B)* distribuídos pelo aeroporto. Desse modo, o sistema consegue rastrear e identificar, com precisão, todas as aeronaves e veículos equipados com um *transponder* em funcionamento que estiverem dentro de sua área de cobertura, que envolve os pátios, pistas, *taxiways* e, também, os setores de aproximação final dentro de uma distância de cinco milhas, como ilustrado na Figura 2.

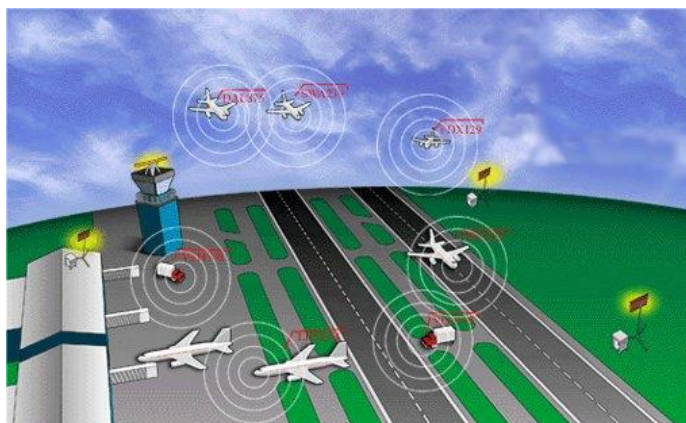


Figura 2 – Funcionamento do ASDE-X (Fonte: ATC Network, 2010).

Ainda, segundo a FAA (2018), o ASDE-X exibe aos controladores na TWR, por meio de um monitor, a localização e identificação de todos os tráfegos detectados, em que estes são representados, em tempo real, como ícones sobrepostos em um mapa colorido referente ao aeroporto.

Para a prevenção de incursões em pista ou demais conflitos na superfície aeroportuária, o ASDE-X também conta com um algoritmo de *software* denominado *ASDE-X Safety Logic (AXSL)*. Essa ferramenta processa continuamente as posições atuais e projetadas de cada aeronave ou veículo, de modo a determinar se a evolução dos movimentos possui potencial de levar a uma colisão. Quando esse tipo de evento é detectado, são fornecidos alarmes visuais e aurais aos controladores a partir do *display* do sistema, que também destaca a identificação e posição dos tráfegos envolvidos (FAA, 2018). Com isso, o controlador pode emitir instruções via rádio aos pilotos ou motoristas com o objetivo de resolver o conflito antes que este evolua para um acidente ou incidente.

3.4.2 *Runway Status Lights (RWSL)*

O RWSL é um sistema desenvolvido sob solicitação da FAA pelo *Lincoln Laboratory*, um centro de pesquisas filiado ao *Massachusetts Institute of Technology (MIT)*, e inicialmente implementado no ano de 2003. Trata-se de um mecanismo totalmente autônomo que visa reduzir a quantidade e severidade de incursões em pista ao prover, diretamente aos pilotos e motoristas, informações imediatas sobre o *status* de ocupação de uma pista através do acionamento ou desligamento de luzes vermelhas instaladas em seu pavimento e em *taxiways* adjacentes.

Conforme a FAA (2008), o RWSL é composto por um processador próprio e por um sistema de luzes denominado *Field Lightning System (FLS)*. Desse modo, o processador utiliza dados de um sistema de vigilância independente já instalado no

aeroporto, como por exemplo, o ASDE-X, para detectar a movimentação de aeronaves e veículos na superfície de uma pista ou em suas proximidades e, em seguida, controlar as luzes do FLS de modo que estas acendam e apaguem nos momentos e locais corretos. Nesse contexto, o FLS compreende as *Runway Entrance Lights* (RELs), as *Takeoff Hold Lights* (THLs) e as *Runway Intersection Lights* (RILs), conforme representado na Figura 3.

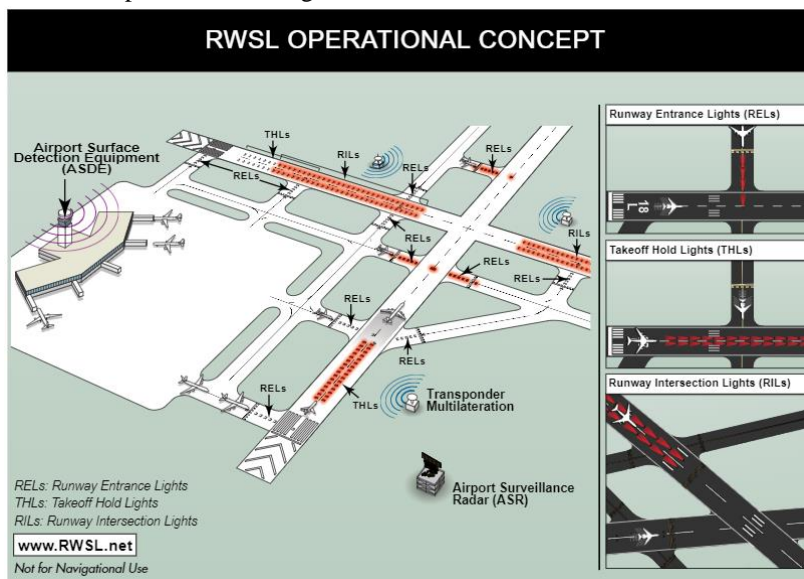


Figura 3 – Funcionamento do RWSL (Fonte: MIT, 2010).

Segundo o MIT (2012), as RELs são instaladas nas interseções entre uma pista e uma *taxiway* e iluminam-se quando não é seguro realizar o ingresso ou cruzamento da pista em virtude de sua ocupação por uma aeronave decolando ou pousando. De forma similar, as THLs são instaladas nas extremidades de uma pista, ao longo de seu eixo, e podem ser visualizadas pelos pilotos de uma aeronave alinhada na posição de decolagem enquanto a pista estiver ocupada por outro tráfego. Ainda, as RILs são inseridas nas proximidades de cruzamentos entre pistas, desta forma, o seu acionamento indica que há um elevado potencial de conflito na interseção, o que pode ocorrer quando há aeronaves pousando ou decolando simultaneamente em cada uma dessas pistas.

No contexto operacional, a FAA (2015) aponta que, sempre que as luzes estiverem acesas, os pilotos e/ou motoristas devem parar imediatamente e manter posição mesmo se possuírem autorização do órgão de controle para prosseguir com o deslocamento. No entanto, destaca-se que a desativação das luzes não deve ser interpretada como uma permissão imediata para o ingresso, cruzamento ou decolagem a partir de uma pista, posto que estas operações devem sempre ser condicionadas ao consentimento de um controlador.

3.4.3 *Final Approach Runway Occupancy Signal (FAROS)*

O Faros é um sistema desenvolvido pelo MIT e inicialmente implementado no ano de 2008, encontrando-se, atualmente, sob fase de testes e avaliações pela FAA. Segundo Hellenberg (2005), tal mecanismo tem o objetivo de indicar o *status* de ocupação de uma pista diretamente às tripulações de aeronaves nos setores de aproximação final para pouso, o que é feito a partir da emissão de *flashes* pelo *Precision Approach Path Indicator (PAPI)*.

Conforme descrito pela FAA (2019), o Papi é um sistema cuja função primária é oferecer uma guia visual da trajetória de planeio (em inglês, *glideslope*) que os pilotos devem seguir durante a aproximação para pouso. Esse equipamento é geralmente instalado à esquerda da pista e compreende uma série de quatro luzes dispostas lado a lado que podem ser vistas a uma distância de três milhas durante o dia e 20 milhas durante a noite. Assim, quando em operação, as luzes podem ser observadas pelos pilotos como brancas e/ou vermelhas indicando a posição da aeronave em relação ao *glideslope* ideal.

O funcionamento do Faros é similar à operação do RWSL, uma vez que ele processa as informações de um sistema de vigilância independente já utilizado pelo aeroporto. Dessa forma, segundo Kuffner e Perkins (2009), o mecanismo é ativado sempre que são detectados, simultaneamente, uma aeronave ou veículo na pista e uma aeronave na aproximação final a 500 pés de altura ou menos; em seguida, as luzes do Papi piscam de forma intermitente para os pilotos em voo e, ainda, é emitido um alerta aural para os controladores na TWR indicando a pista em que o conflito ocorrer.

Diante das informações apresentadas e com o intuito de uma melhor compreensão, o Quadro 2 sintetiza a descrição dos três sistemas estudados.

Sistema	Desenvolvedor	Ano inicial de implementação	Finalidade	Aplicação
ASDE-X	<i>Saab Sensis Corporation</i>	2003	Aumentar a consciência situacional dos controladores	Exibição, em um <i>display</i> , de todos os tráfegos detectados e emissão de alertas de conflito
RWSL	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>	2003	Indicar o <i>status</i> de ocupação de uma pista aos pilotos e motoristas em solo	Acionamento autônomo de luzes nos pavimentos de pistas e <i>taxiways</i>
FAROS	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>	2008	Indicar o <i>status</i> de ocupação de uma pista aos pilotos nos setores de aproximação final	Indicações realizadas através da emissão de <i>flashes</i> pelo Papi

Quadro 2 – Descrição do ASDE-X, RWSL e Faros (Fonte: Elaborado pelos autores, 2021).

Dessa forma, a partir do conhecimento de aspectos associados ao funcionamento, finalidade e forma de aplicação de cada um desses mecanismos, torna-se oportuno a realização de uma análise acerca de seus impactos para a segurança da aviação civil.

3.5 Impactos para a segurança operacional na aviação civil com a implementação de sistemas baseados na vigilância de superfície de aeroportos para a prevenção de incursão em pista

Sob a óptica da segurança operacional, a busca por defesas que visam tornar o transporte aéreo mais robusto para lidar com as diversas ameaças que o permeiam deve ser valorizada como uma parte integrante da evolução do meio aeronáutico como um todo. Além disso, é fundamental que todas essas barreiras sejam analisadas de forma contínua para que seja possível compreender suas potencialidades e limitações.

Conforme Möller e Schönefeld (2012), um sistema de vigilância que visa à prevenção de uma incursão em pista deve ser capaz de elevar os níveis de consciência situacional de pilotos, controladores e motoristas, haja vista que praticamente nenhuma tripulação ou operador de veículo ingressa em uma pista ativa intencionalmente nos momentos em que esta é utilizada por outro tráfego. Com isso, Jones e Young (2001, p. 4) estimam que o incremento da consciência situacional dos indivíduos envolvidos nos deslocamentos em solo pode reduzir as taxas de ocorrência de incursões em pista em até 80%.

Nesse contexto, reforça-se que os pilotos, controladores e motoristas, dentro de sua área de atuação, devem ter ciência de informações como a sua posição, a localização de outros tráfegos e o *status* de ocupação de uma pista. Segundo Möller e Schönefeld (2012), ao prover esse tipo de informação, sistemas baseados em vigilância são capazes de minimizar erros que levam às incursões. Ainda, os erros remanescentes são identificados por essas tecnologias e, dependendo da gravidade das consequências desses desvios, um aviso ou alerta é emitido, bem como ocorre durante as operações com o ASDE-X, RWSL e Faros.

O ASDE-X é um mecanismo capaz de evitar erros de controladores decorrentes do esquecimento de uma aeronave ou de dificuldades em visualizar e identificar certo tráfego em ambientes com barreiras físicas, iluminação precária ou condições meteorológicas adversas. Ademais, o sistema emite alertas diretamente aos controladores sempre que uma iminente colisão é detectada pelo algoritmo AXSL, permitindo certa agilidade no reconhecimento de situações de risco.

Em contrapartida, Eggert et al. (2006, p. 128) apontam que apenas cerca de 20% dos incidentes envolvendo incursões se desenvolvem de forma devagar o suficiente para acomodarem um sistema de vigilância capaz de detectar o evento e emitir alertas que, em seguida, são usados pelo órgão de controle para a emissão de orientações que resolvam o conflito em tempo hábil. Nos demais casos, os cenários tendem a evoluir de forma mais rápida, de modo que uma mediação pelo controlador não é viável e a

forma mais eficaz de prevenção de uma possível colisão consiste em alertas apresentados diretamente aos pilotos e motoristas, o que vai de encontro ao princípio de funcionamento do RWSL e do Faros.

O RWSL é um sistema que tem sido tratado como uma tecnologia viável e eficiente para a prevenção de incursões em pista desde as suas primeiras demonstrações práticas em aeroportos americanos no início dos anos 2000. A capacidade do mecanismo em apresentar, de forma completamente autônoma, o *status* de ocupação de uma pista a partir de indicações imediatas em suas cabeceiras e interseções faz com que o sistema consiga atuar de forma assertiva em praticamente todos os cenários que podem gerar conflitos. Afinal, conforme exposto por Möller e Schönefeld (2012), quando os pilotos e motoristas têm ciência da ocupação de uma pista, é improvável que a incursão ocorra, mesmo nos casos em que não for possível visualizar o tráfego conflitante.

No que tange às contribuições práticas advindas da implementação do RWSL, destaca-se a expressiva redução de 70% do número de incursões em pista observada no Aeroporto de Dallas Fort Worth entre os anos de 2005 a 2007, período que sucedeu a fase de testes e avaliações operacionais do sistema no referido aeroporto (FAA, 2008, p. 5). Ainda, conforme a FAA (2008), a realização de consultas a pilotos, controladores de tráfego aéreo e operadores aeroportuários indica que o sistema em questão funciona exatamente do modo esperado e não acarreta nenhum impacto negativo em termos de capacidade, comunicação ou segurança no contexto das operações aeroportuárias.

Com relação ao sistema Faros, ressalta-se que este tem se mostrado promissor na proposta de evitar acidentes decorrentes de incursões em pista em que uma aeronave pousa em uma pista ocupada. Nesse aspecto, a similaridade de tal mecanismo com o RWSL torna a sua compreensão simples e permite que os pilotos na fase de aproximação sejam diretamente alertados sobre perigos na pista de pouso mesmo em situações de baixa visibilidade ou que envolvam possíveis erros dos controladores de voo, tais como autorizações inadequadas ou desconhecimento da presença de tráfegos conflitantes.

Assim, embora o Faros ainda seja tratado como um sistema em fase de testes e avaliações, suas contribuições podem ser observadas. Nesse aspecto, segundo Olszta e Kuffner (2011, p. 2101), durante uma etapa de quatro meses de avaliações operacionais do sistema realizada no ano de 2008 nas três pistas mais utilizadas para pouso no aeroporto de Dallas, foram contabilizadas aproximadamente 9.000 ativações do Faros para prover informações de ocupação da pista diretamente às aeronaves em aproximação. Há de se ressaltar, entretanto, que certos pilotos discordam do momento ideal de acionamento do sistema, alegando que o fato de as indicações ocorrerem somente quando a aeronave em pouso se encontra a 500 pés de altura ou menos não oferece à tripulação em voo o tempo suficiente para reagir e preparar uma arremetida quando necessário. Desse modo, a FAA busca ajustar o sistema de modo que este seja uma importante camada de segurança e, ao mesmo tempo, não prejudique a eficiência do fluxo de tráfego aéreo com a possibilidade de gerar arremetidas desnecessárias.

A partir dos fatos apresentados, torna-se perceptível uma realidade já observada por Möller e Schönefeld (2012), em que os autores afirmam que se os sistemas baseados na vigilância de superfície de aeroportos para a prevenção de incursão em pista forem capazes de aumentar os níveis de consciência situacional de seus usuários a partir do fornecimento de informações confiáveis, será possível observar dois efeitos principais: a redução da probabilidade de ocorrência de incursões em pista e a redução da severidade das consequências desses eventos, contribuindo diretamente para a prevenção de acidentes.

Nessa perspectiva, Wilhelmsen (1994) acrescenta que níveis ainda mais altos de segurança podem ser alcançados a partir da combinação entre os recursos tecnológicos que atuam nas torres de controle, tal como o ASDE-X, e aqueles que atuam na superfície aeroportuária fornecendo alertas aos pilotos e motoristas, tais como o RWSL e Faros.

Em face do exposto, é também importante ressaltar que uma deficiência comum aos três sistemas estudados consiste na baixa confiabilidade e precisão na detecção de aeronaves e veículos que não possuam um *transponder* em operação. Logo, é fundamental que os operadores de aeronaves e veículos sejam informados da necessidade de manter o *transponder* ligado durante os deslocamentos em aeroportos providos de sistemas de vigilância de superfície. Ainda, em decorrência dessa restrição, ressalta-se que o ASDE-X, RWSL e Faros são ineficazes na prevenção de incursões em pista provocadas por pedestres.

4 CONCLUSÃO

Ao longo deste estudo foi evidenciado que a recorrência de incursões em pista em aeroportos de todo o mundo levou a comunidade aeronáutica a buscar tecnologias de defesa balizadas por recursos de vigilância que visam aumentar os níveis de alerta de pilotos, controladores e motoristas, de modo a elevar a segurança das operações em solo. Dessa forma, o objeto de pesquisa consistiu nos sistemas baseados na vigilância de superfície de aeroportos para a prevenção de incursão em pista e seus impactos para a segurança operacional na aviação civil.

Nessa perspectiva, o objetivo geral e os objetivos específicos propostos foram atingidos, uma vez que o artigo aborda conteúdos como a definição de segurança operacional; o conceito e os fatores contribuintes de incursões em pista; bem como o funcionamento e aplicabilidade de sistemas baseados na vigilância de superfície de aeroportos e seus impactos para a segurança operacional na aviação civil, em que foi evidenciada a redução da probabilidade e severidade das ocorrências de incursões em pista como resultado do emprego desses mecanismos.

Nesse aspecto, foram descritos os sistemas *Aerodrome Surface Detection Equipment, Model X*, o *Runway Status Lights* e o *Final Approach Runway Occupancy Signal*, indicando que os três são sistemas complementares e abrangem toda operação em um aeroporto, de modo que controladores, por meio do ASDE-X, obtêm informações relacionadas à localização e identificação de todos os tráfegos ativos na superfície aeroportuária e também possuem acesso à alertas de conflitos detectados pelo sistema. Já os motoristas dos aeroportos e pilotos nas fases de táxi e decolagem podem, através do RWSL, ter acesso a informações imediatas do *status* de ocupação de uma pista, o que também é possível para as tripulações em voo a partir do Faros.

Ainda, foi destacado que essas tecnologias obtiveram boa receptividade no meio aeronáutico e têm apresentado contribuições práticas para a prevenção de acidentes nos aeroportos em que já se encontram em operação. Portanto, sob a óptica da segurança operacional, a implementação de sistemas baseados na vigilância de superfície de aeroportos garante um nível aceitável de segurança para as operações nas pistas.

Por fim, cabe pontuar que é conveniente que operadores aeroportuários e entidades regulamentadoras passem a considerar a implementação desses mecanismos em todos os aeroportos com alto volume de tráfego aéreo e naqueles que, por razões diversas, apresentem índices elevados de ocorrências de incursão em pista. Dessa forma, sugere-se estudos futuros na área de segurança de voo que envolvam a aplicação e melhorias de tecnologias capazes de prevenir uma incursão em pista, sendo também interessante uma análise mais aprofundada acerca de seus custos, requisitos técnicos e operacionais.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **A Segurança no Sistema de Aviação Civil**. 2018. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/paginas-tematicas/seguranca-operacional/programas-de-seguranca-operacional/historico>. Acesso em: 24 fev. 2021.
- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **SGSO na prática: Guia para Gerenciamento de Riscos da Aviação**. 2019. Disponível em: https://www.anac.gov.br/assuntos/paginas-tematicas/gerenciamento-da-seguranca-operacional/Gerenciandoriscos_SGSONapratica.pdf. Acesso em: 18 mar. 2021.
- BATUWANGALA, E.; SILVA, J.; WILD, G. **The Regulatory Framework for Safety Management Systems in Airworthiness Organisations**. *Aerospace*. Melbourne, v. 5, n. 4, p. 117, 2018.
- BYRNE, Theodore Patrick. **Reducing Runway Incursions at the Nation's Five Busiest Airports, 2009-2011**. 2017. 155 f. Dissertation (Doctor of Philosophy Public Policy and Administration). *Walden University*, Minneapolis, 2017.
- CIVIL AVIATION SAFETY AUTHORITY. **Safety Behaviours: human factors for pilots**. 2. ed. 2019. Disponível em: <https://www.casa.gov.au/sites/default/files/safety-behaviours-human-factor-for-pilots-1-introduction.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2021.
- EGGERT, James R. **Demonstration of Runway Status Lights at Logan Airport**. *The Lincoln Laboratory Journal*, v. 7, n. 2, p. 169-186, 1994.
- EGGERT, James R. et al. **Operational Evaluation of Runway Status Lights**. *The Lincoln Laboratory Journal*, v. 16, n. 1, p. 123-146, 2006.
- FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. **FAA's Implementation of Runway Status Lights. Report Number AV-2008-021**. U.S. Department of Transportation. Office of Inspector General. 2008. Disponível em: https://www.oig.dot.gov/sites/default/files/WEB_Final_RWSL.pdf. Acesso em: 08 set. 2020.
- FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. **Fact Sheet – Airport Surface Detection Equipment Model X (ASDE-X)**. Disponível em: https://www.faa.gov/news/fact_sheets/news_story.cfm?newsId=17095. 2018. Acesso em: 07 jun. 2021.
- FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. **Lightning Systems – Precision Approach Path Indicators (PAPI)**. 2019. Disponível em: https://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/ato/service_units/techops/navservices/lsg/papi/. Acesso em: 03 mai. 2021.
- FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. **Runway Status Lights Pilot Reference Guide**. 2015. Disponível em: https://www.faa.gov/air_traffic/technology/rwsl/pet/. Acesso em: 07 jun. 2021.
- GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. (2009). **Métodos de Pesquisa**. 1. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS.
- GIL, A. C. (2002). **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas S/A.
- GIL, A. C. (2008). **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas S/A.
- HUDSON, P. Centre for Safety Studies. University of Leiden. **Human Factors in Runway Incursion Incidents**. ICAO Runway Safety Seminar, Moscow, set. 2005 *apud* SIMÃO, Alexander. **Incursão em pista: conceito, classificações, fatores contribuintes e medidas preventivas: uma revisão de literatura**. *Revista Conexão SIPAER*. Brasília, v. 1, n. 2, p. 45-67, Mar. 2010.
- HELLENBERG, John. **Effects of a Final Approach Runway Occupancy Signal (FAROS) on Pilots' Flight Path Tracking, Traffic Detection, and Air Traffic Control Communications**. The MITRE Corporation, 2005.

- INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **DOC 9859: Safety Management Manual**. 4. ed. Montreal, 2018. Disponível em: <https://www.skybrary.aero/bookshelf/books/5863.pdf>. Acesso em: 07 fev. 2021.
- INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Procedures for air navigation services: air traffic management**. 16. ed. Montreal, 2016. Disponível em: <https://ops.group/blog/wp-content/uploads/2017/03/ICAO-Doc4444-PansAtm-16thEdition-2016-OPSGROUP.pdf>. Acesso em: 23 set. 2020.
- INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **State of Global Aviation Safety**. Montreal, 2019. Disponível em: https://www.icao.int/safety/Documents/ICAO_SR_2019_final_web.pdf. Acesso em: 06 mar. 2021.
- JONES, D.R.; YOUNG, S.D. **Runway incursion prevention: a technology solution**. In: JOINT MEETING OF THE FLIGHT SAFETY FOUNDATION'S 54th ANNUAL INTERNATIONAL AIR SAFETY SEMINAR, THE INTERNATIONAL FEDERATION OF AIRWORTHINESS' 31st INTERNATIONAL CONFERENCE, AND THE INTERNATIONAL AIR TRANSPORT ASSOCIATION, Athens: [s.n.], 2001. p. 1-22.
- KUFFNER, M. P.; PERKINS, R. **Human Factors Assessment of Runway Status Lights and Final Approach Runway Occupancy Signal: FAA operational evaluations at Dallas Ft. Worth and San Diego International airports**. In: EIGHTH USA/EUROPEAIRTRAFFIC MANAGEMENTRESEARCHAND DEVELOPMENTSEMINAR (ATM2009), Napa: [s.n.], 2009. p. 1-9.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.
- LEARMOUNT, David. **100 years of flight safety advances**. 2009. Disponível em: <https://www.flightglobal.com/100-years-of-flight-safety-advances/84496.article>. Acesso em: 01 mar. 2021.
- MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY. **Lab Notes: Runway Status Lights**. 2012. Disponível em: <https://archive.ll.mit.edu/publications/labnotes/runwaystatuslights.html>. Acesso em: 12 mai. 2021.
- MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY. **Tech notes: Runway Status Lights**. 2010. Disponível em: https://archive.ll.mit.edu/publications/technotes/TechNote_RWSL.pdf. Acesso em: 12 mai. 2021.
- MÖLLER, D. P.; SCHÖNEFELD, J. **Runway incursion prevention systems: A review of runway incursion avoidance and alerting system approaches**. *Progress in Aerospace Sciences*, Hamburg, v. 51, p. 31–49, Mai. 2012.
- MILLAM, Mark. **Evolution of Safety and Learning in the Aviation Industry**. 2017. Disponível em: <https://flightsafety.org/evolution-safety-learning-industry>. Acesso em: 24 fev. 2021.
- MRAZOVA, Maria. **Runway Incursion – clear and constant danger**. *INCAS BULLETIN*, Bucharest, v. 6, n. 3, p. 71-80, Mar. 2014.
- OLSZTA, Jessica E.; KUFFNER, Maria P. **INCORPORATING HUMAN FACTORS INTO THE DEVELOPMENT AND OPERATIONAL EVALUATIONS OF RUNWAY STATUS LIGHTS**. In: PROCEEDINGS OF THE HUMAN FACTORS AND ERGONOMICS SOCIETY 55th ANNUAL MEETING. Los Angeles: SAGE PUBLICATIONS, 2011. p. 2098 – 2102.
- SIMÃO, Alexander. **Incursão em pista: conceito, classificações, fatores contribuintes e medidas preventivas: uma revisão de literatura**. *Revista Conexão SIPAER*. Brasília, v. 1, n. 2, p. 45-67, Mar. 2010.
- STOLZER, Alan J.; HALFORD, Carl D.; GOGLIA, John J. **Safety Management Systems in Aviation**. *Ashgate*, 2008.
- STROEVE, Sybert H. et al. **Strengthening air traffic safety management by moving from outcome-based towards risk-based evaluation of runway incursions**. *Reliability Engineering and System Safety*. v. 147, p. 93-108, 2016.
- TRANSPORT CANADA. National Civil Aviation Safety Committee. **Sub-Committee on Runway Incursions. Final Report**. Ottawa, 2000. Disponível em: <https://tc.canada.ca/sites/default/files/migrated/tp13795e.pdf>. Acesso em: 24 nov. 2020.
- VILLAS BÔAS, Paulo Cezar Rodrigues. **A relação entre instituições, fatores humanos e segurança operacional na aviação**. *Aviation in Focus*. Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 68-77, Dez. 2014.
- WILHELMSSEN, Harald. **Preventing Runway Conflicts: The Role of Airport Surveillance, Tower-Cab Alerts, and Runway-Status Lights**. *The Lincoln Laboratory Journal*. Lexington, v. 7, n. 2, p. 149-168, 1994.

Viabilidade do uso de uma aeronave remotamente pilotada (ARP) em vistorias de pista, com foco no gerenciamento do risco de fauna

Sérgio Branquinho Júnior¹, Fernando Lopes da Silva², Cesar Augusto Bronzatto Medolago^{3,4}

1 2º Tenente Aviador (Turma Anúbis da Academia da Força Aérea, 2022). *In memoriam*.

2 Major Aviador (Academia da Força Aérea), Especialista em Gestão de Segurança de Voo (Faculdade Unileya). Chefe da Seção de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos da Academia da Força Aérea.

3 Biólogo (Universidade do Sagrado Coração - USC), Mestre e Doutor em Ecologia (Universidade Federal de São Carlos). Elemento certificado – Prevenção de Acidentes Aeronáuticos – Auxiliar de Investigação de Acidentes Aeronáuticos. Chefe da Subseção de Gerenciamento de Risco de Fauna da Academia da Força Aérea.

4 cesarmedolago@yahoo.com.br

RESUMO: A concepção do risco de fauna data dos primeiros voos da humanidade, quando o domínio dos céus deixou de ser apenas das aves. Embora a primeira colisão entre ave e aeronave tenha sido registrada no início do século XX, esta situação ainda configura perigo tanto para a aviação civil quanto para a aviação militar, podendo gerar prejuízos de missão, financeiros, materiais e de vidas, resultando em risco de morte. Atualmente, a mitigação do risco de fauna conta com a pouca flexibilidade e os altos custos das medidas de gerenciamento de risco de fauna previstos no Manual do Comando da Aeronáutica (MCA) 3-8 – Manual de Gerenciamento de Risco de Fauna. Neste contexto, questiona-se o emprego de Aeronaves Remotamente Pilotadas (do inglês *Remotely Piloted Aircraft, RPA*) tendo em vista sua versatilidade e os baixos custos do emprego de tal plataforma para o estudo e gerenciamento do risco de fauna em áreas de manobras civis e militares. Para tal, a viabilidade da plataforma foi analisada por meio de dez transectos realizados na Academia da Força Aérea (AFA) utilizando uma RPA e dez animais taxidermizados de diversas espécies, em que a percepção de cada uma pela RPA foi correlacionada com o seu tamanho e com o substrato em que se encontrava (grama ou pista). O emprego da RPA se mostrou eficaz tanto na detecção de espécies-problema em ambos os substratos analisados, sobretudo na pista de pouso, como para a detecção de espécies de grande porte, que apresentam potencial de causar acidentes de maior severidade.

Palavras Chave: 1. Risco de fauna. 2. Gerenciamento de risco de fauna. 3. Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT). 4. O Aeronave Remotamente Pilotada (ARP).

Viability of using a remotely piloted aircraft in runway surveys, focusing on wildlife hazard management

ABSTRACT: The wildlife hazard concept was highlighted with first flights of humanity when the domain of skies became not exclusive to birds, with the first bird strike recorded at the beginning of the 20th century. Although such collisions still constitute a danger for both civil and military aviation, often generating mission, financial, material or even life losses. Currently, the mitigation of the wildlife hazard counts with the lack of flexibility and the high costs of the measures of wildlife hazard management provided for in MCA 3-8 – Fauna Risk Management Manual. In this context, the use of Remotely Piloted Aircrafts (RPA) is questioned in view of their versatility and the low costs for the study and management of wildlife hazard in areas of civil and military maneuvers. The viability of the proposed wildlife hazard mitigation method was analyzed through 10 transects carried out at the Air Force Academy using a RPA and 10 taxidermied animals of different species, whose perception by the RPA was correlated with the size of each of the species and the substrate in which they were observed (grass or airport runway). The use of RPA proved to be effective in the detection of problem species in both substrates, especially on the airstrip, and for large species that can lead to more serious accidents.

Key words: 1. Wildlife hazard. 2. Wildlife hazard management. 3. Remotely Piloted Aircraft (RPA). 4. Drone.

Citação: Júnior, SBJ, Silva, FLS, Medolago, CABM (2023). Viabilidade do uso de uma aeronave remotamente pilotada (ARP) em vistorias de pista, com foco no gerenciamento do risco de fauna. *Revista Conexão Sipaer*, Vol. 13, N°. 2, pp. 70-86.

1 INTRODUÇÃO

Risco de fauna é definido como o risco decorrente da utilização do mesmo espaço, terrestre ou aéreo, por aeronaves e a fauna existente, segundo o MCA 3-8 Manual de Gerenciamento de Risco de Fauna (BRASIL, 2017). Tal risco foi evidenciado pela primeira vez em 7 de setembro de 1905 pelos irmãos Wright, antes mesmo da invenção do avião. Conforme descrito em seus diários, em um dos voos, Orville atingiu uma ave, após perseguir um bando sobre os campos de milho (BRASIL, 2017).

Segundo Smith (2016), a primeira fatalidade foi registrada em 3 de abril de 1912, quando Calbraith Perry Rodgers, o primeiro aviador a realizar um voo transcontinental, colidiu com uma gaivota em um voo de demonstração na Califórnia. No incidente, a ave ficou presa aos cabos dos comandos causando sua queda no oceano Pacífico.

Segundo o CENIPA (2021), em 2020, no Brasil, foram 10433 reportes (um reporte a cada 50 minutos aproximadamente), sendo 2145 colisões, isto é, uma colisão a cada quatro horas. Tal cenário na aviação civil gera atrasos de voos, cancelamentos e eventuais prejuízos financeiros e/ou de vidas de acordo com Alan (2000). Além disso, na aviação militar, tais transtornos podem, ainda, atrasar e/ou impedir missões de defesa aérea, busca e salvamento, evacuações aeromédicas, transporte de órgãos e outras missões cujo tempo de resposta é um fator crucial.

O MCA 3-8 (BRASIL, 2017) é o documento que estabelece os procedimentos necessários para o levantamento, monitoramento e confecção da Identificação do Perigo da Fauna (IPF) e Programa de Gerenciamento do Risco de Fauna (PGRF) dos aeródromos militares. Enquanto que a IPF visa a identificar as espécies-problema e os focos atrativos no aeródromo, a PGRF é um documento operacional que estabelece as rotinas e procedimentos para mitigar os riscos identificados na IPF.

Nesse contexto, são várias as medidas mitigadoras sugeridas no documento, incluindo as revisões de pista realizadas com automóveis, que visam, entre outras coisas, a identificar bandos ou indivíduos de espécies-problema na faixa de pista, antes de as operações serem iniciadas ou, até mesmo, durante o decorrer delas, de maneira a diminuir as probabilidades de colisões.

Novas medidas, ferramentas e técnicas que visem à mitigação dos riscos causados pelo conflito entre fauna e aeronaves, de maneira efetiva e de menor custo, devem ser testadas e somadas às medidas já estabelecidas. Neste sentido, uma das alternativas poderia ser o emprego de uma aeronave remotamente pilotada (*remotely piloted aircraft*, RPA), popularmente conhecidas como drones, nos levantamentos e monitoramento de espécies da fauna nos aeródromos como uma ferramenta complementar aos atuais meios descritos no MCA 3-8.

Entretanto, Shvetsova e Shvetsov (2021) ressaltam que, na maioria dos países, o uso de RPAs civis em aeroportos é legalmente proibido dadas as possíveis ameaças à segurança associadas ao voo de RPAs sobre essas instalações. Desse modo, diversos trabalhos na literatura visam a aprimorar tecnologias a fim de facilitar a detecção de drones (LYKOU et al.; MOUSTAKAS; GRITZALIS, 2020; SVANSTRÖM; ALONSO-FERNANDEZ; ENGLUND, 2021). Shvetsova e Shvetsov (2021) apresentam um sistema especial para o gerenciamento de rotas de RPAs a fim de aumentar a segurança de sua movimentação nos aeroportos. Atualmente, a operação de RPAs em aeródromos é ilegal, porém os autores sugerem a limitação da zona de voo a um corredor estritamente designado. Os autores indicam que a aplicação prática do sistema proposto permitirá, inclusive, explorar o imenso potencial oferecido pelo uso de RPAs nos aeroportos.

O emprego de RPA no gerenciamento de risco de fauna é relativamente incipiente, mesmo quando consideramos o cenário internacional. Paranjape et al. (2018) desenvolveram um algoritmo com a finalidade de detecção de bandos de aves e seu afugentamento utilizando RPAs autônomos que reconheceriam estes bandos e os conduziriam para fora da zona de segurança do aeródromo.

Já a sua aplicabilidade visando ao monitoramento da presença de fauna no aeródromo foi verificada por Mendonça e Wallace (2021) no aeroporto de Coe Field, na Flórida. Os autores testaram a efetividade de diferentes sensores e velocidades de uso do RPA na detecção de espécies de fauna no ambiente aeroportuário, principalmente gado e garças, concluindo a facilidade de identificar animais, principalmente em locais de difícil acesso.

Segundo os dados do Sistema de Gerenciamento de Risco Aviário do Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA, 2021), na Academia da Força Aérea, foram realizados 572 reportes em 2020 e 620 em 2019. Em 2021, foram 329 reportes de eventos envolvendo fauna, sendo 20 deles, colisões e 83 quase colisões. Considerando as informações dos reportes, as fases do voo que ocorrem dentro da área operacional (pouso, decolagem, estacionamento, taxi, revisão de pista) somam 138 eventos reportados, evidenciando a importância da detecção e manejo das espécies dentro do sítio aeroportuário.

O presente estudo tem como objetivo avaliar a empregabilidade de uma aeronave remotamente pilotada (*remotely piloted aircraft*, RPA) como alternativa para realização de revisões de pista, no que se refere à detecção de espécies da fauna com potencial nocivo às operações na Academia da Força Aérea. Desta forma, foi verificada a capacidade de detecção de uma RPA em relação a espécies de diferentes tamanhos corporais e em diferentes substratos nos quais elas podem ser observadas.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A Academia da Força Aérea (AFA) é uma Organização Militar (OM) localizada no município de Pirassununga, interior do estado de São Paulo. Conta com uma área construída de 215.246m², sendo 141.800m² de área administrativa e 73.246 m² de área residencial (Figura 1).

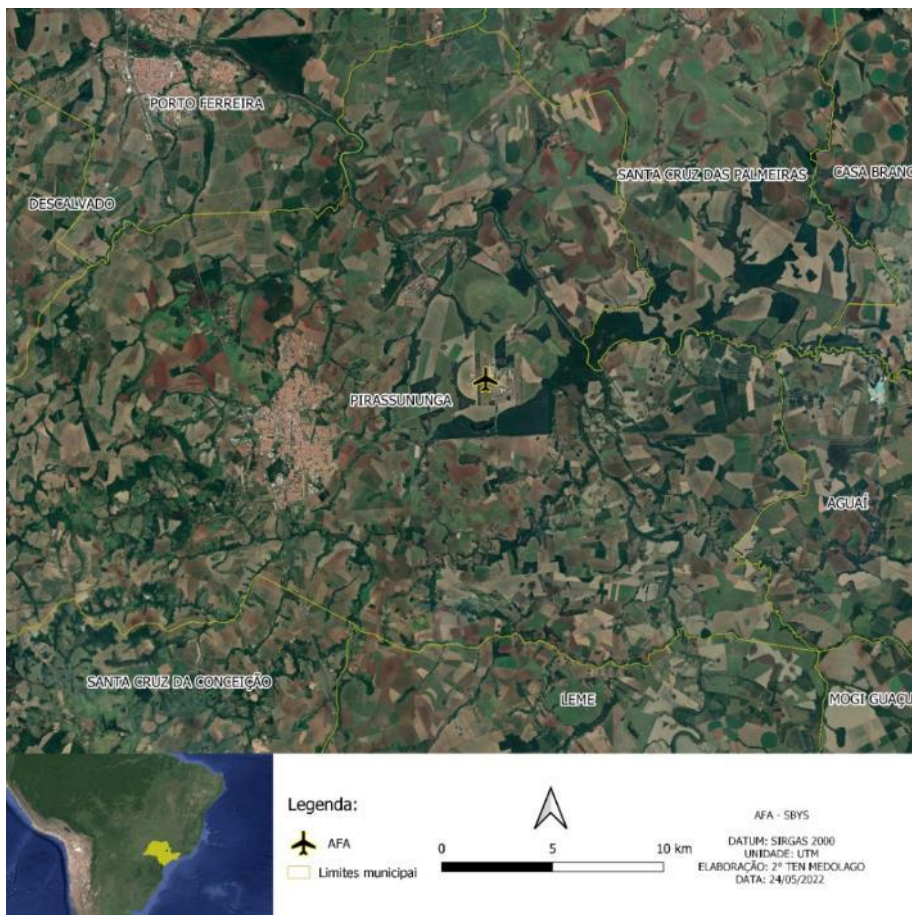


Figura 1 – Localização da AFA no município de Pirassununga-SP. (Fonte: elaboração própria).

Além das áreas administrativas, a Academia possui três pistas de pouso com aproximadamente 2.000m de comprimento cada, onde ocorre movimentação de aeronaves internas ou externas à AFA diariamente. Mais precisamente, o Setor Whiskey é composto por duas pistas de asfalto de 2.108m de comprimento por 45m de largura, sendo a área operacional composta também por hangares, hangaretas, pátios de movimentação, *taxiways* e áreas gramadas (Figura 2).

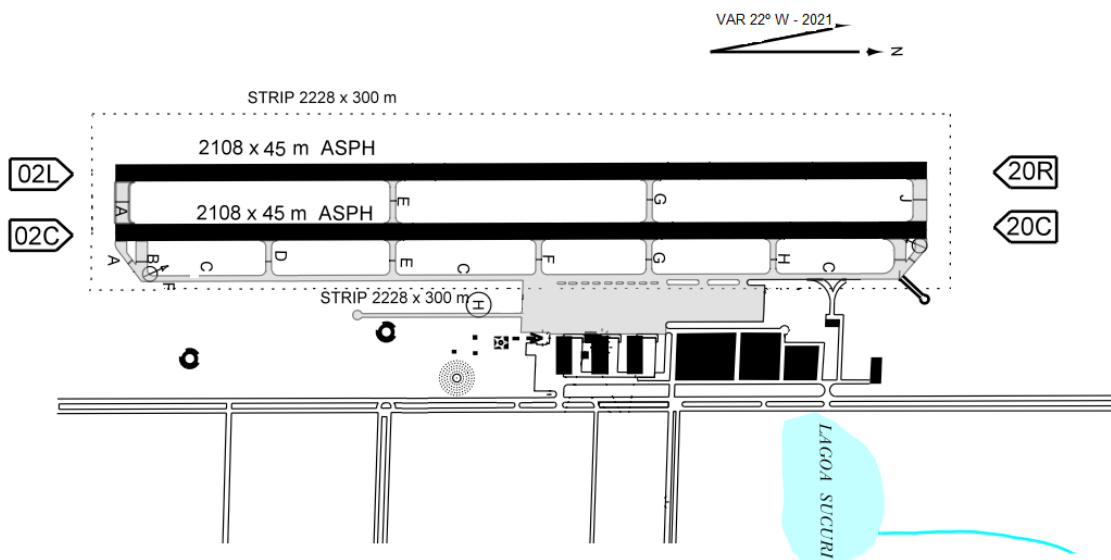


Figura 2 – Setor Whiskey da AFA. (Fonte: extrato da Carta Aerodrome Chart (ADC) de Pirassununga, Campo Fontenelle).

2.2 Equipamento

Para a realização do estudo, foi utilizado uma RPA DJI Mavic Air (Figura 3) de 430 gramas, dimensões de 168 x 83 x 49mm (comprimento x largura x altura), com alcances de 5.000m de teto máximo de serviço acima do mar e de 10km de distância máxima de voo sem vento, com autonomia de 21 minutos de tempo máximo de voo (a constantes 25 km/h) e resistência máxima a vento de 29 a 38 km/h.

A câmera utilizada foi a acoplada ao equipamento, com 12 MP, campo de visão de 85° e Sensibilidade ISO entre 100 e 1.600). Os registros foram feitos no formato MP4, com resolução de 1.920 x 1080px – 60fps. A imagem foi acompanhada em tempo real por meio de um celular Samsung J8 com tela tipo Super AMOLED de 6" e com uma resolução de 1480 x 720px.



Figura 3 – RPA sobrevoando a pista externa do Setor Whiskey da AFA, sendo controlada do solo, ao lado da pista (Fonte: acervo pessoal).

2.3 Medidas de coordenação

De acordo com o Art. 106 do Código Brasileiro de Aeronáutica, “considera-se aeronave todo aparelho manobrável em voo, que possa sustentar-se e circular no espaço aéreo, mediante reações aerodinâmicas, apto a transportar pessoas ou coisas” (BRASIL, 1986). Caracteriza-se a RPA utilizada na presente pesquisa como uma aeronave – estando sujeita, portanto, aos órgãos de controle do espaço aéreo, podendo se tornar um risco para outras aeronaves.

A torre de controle do Setor Whiskey da Academia foi notificada previamente das operações e informada via rádio sempre ao início e ao término das operações previstas nesta pesquisa, com escuta constante na frequência da torre para eventuais desconflitos de tráfego ou vetorações conduzidas pelo Controle.

2.4 Espécies-Alvo

Foram consideradas, para o estudo, as espécies-problema identificadas na IPF da AFA, estudo este realizado pela Seção de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SIPAA), por meio da Subseção de Gerenciamento de Risco de Fauna. Referido estudo visa a identificar as espécies-problema e os focos atrativos presentes no aeródromo da Academia e, por meio destes dados, traçar estratégias para mitigar riscos.

As espécies identificadas no estudo supracitado são *Coragyps atratus* (urubu), *Caracara plancus* (carcará), *Columba livia* (pombo-doméstico), *Canis lupus familiaris* (cachorro-doméstico), *Vanellus chilensis* (quero-quero), *Cariama cristata* (seriema) e *Heterospizias meridionalis* (gavião-caboclo) (BRASIL, 2022).

Além das espécies-problema identificadas para a AFA, foram consideradas, também, espécies de aves e mamíferos com ocorrência confirmada nesta Academia, como *Guira guira* (anu-branco), *Dendrocygna viduata* (marreca-irerê), *Cerdocyon thous* (cachorro-do-mato) e *Dasyus novemcinctus* (tatu-galinha) (BRASIL, 2022).

Cabe destacar que a escolha destas espécies para o presente estudo se deu no intuito de contemplar um gradiente de tamanho entre as espécies. De todos os táxons mencionados, apenas para *H. meridionalis* (gavião-caboclo) não foi possível a obtenção de um exemplar taxidermizado. É por esse motivo que foram utilizados, portanto, um total de dez animais taxidermizados.

As dimensões dos exemplares foram tomadas considerando a altura desde a parte mais baixa da plataforma, onde alguns animais estavam fixados, até o ponto mais alto do corpo. A largura foi tomada considerando a área de maior dimensão lateral do dorso do animal, enquanto o comprimento foi tomado da extremidade do bico ou do focinho até a ponta da cauda. As dimensões dos exemplares utilizados para os fins desta pesquisa constam na Tabela 1.

Nome científico	Nome popular	Altura (cm)	Comprimento (cm)	Largura (cm)
<i>Canis lupus familiaris</i> (Linnaeus, 1758)	cachorro-doméstico	49	120	27,5
<i>Caracara plancus</i> (Miller, 1777)	carcará	39,5	59	12
<i>Cariama cristata</i> (Linnaeus, 1766)	seriema	69	78	20,5
<i>Cerdocyon thous</i> (Linnaeus, 1766)	cachorro-do-mato	33,5	78	16,5
<i>Columba livia</i> (Gmelin, 1789)	pombo-doméstico	32,5	33	10,5
<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1793)	urubu	43	61,5	16,5
<i>Dasyus novemcinctus</i> (Linnaeus, 1758)	tatu-galinha	14	61,5	17,5
<i>Dendrocygna viduata</i> (Linnaeus, 1766)	marreca-irerê	36	42	12
<i>Guira guira</i> (Gmelin, 1788)	anu-branco	34	41	8
<i>Vanellus chilensis</i> (Molina, 1782)	quero-quero	34	34,5	10,5

Tabela 1 – Nome científico, nome popular e dimensões dos exemplares de animais taxidermizados utilizados na pesquisa

Fonte: elaboração própria.

2.5 Coleta de dados

Para verificar a eficácia do emprego da RPA na identificação de animais na pista e em suas imediações, foram realizadas dez passagens com o equipamento, a uma altura de 8 m em relação ao solo, com velocidade de 7 m/s.

Estes parâmetros foram estabelecidos em passagens-piloto, realizadas previamente para ajustar a melhor relação entre alcance visual e definição de imagem, além de considerar o tempo para realização do percurso e a autonomia de voo do equipamento (Figura 4).

A coleta de dados foi realizada em 22 de maio de 2022, no período diurno, em diferentes horários. Foi utilizada a pista externa do Setor Whiskey para a realização dos transectos, a fim de evitar conflitos com as operações sempre em coordenação com o controle de tráfego local. Em cada passagem, a pista foi percorrida nos dois sentidos, analisando-se cada metade da pista e a faixa de grama ao lado dela, conforme descrito na Figura 5.



Figura 4 – Imagem obtida pela RPA durante os transectos realizados para verificar a eficácia na detecção de espécies da fauna no aeródromo da AFA. (Fonte: acervo pessoal do autor).

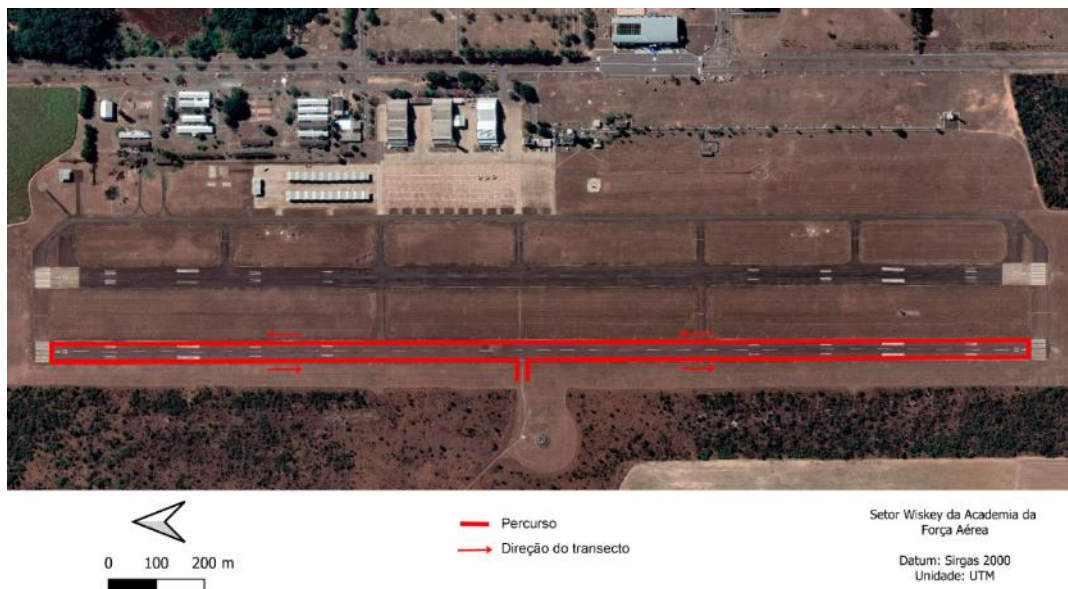


Figura 5 – Percurso e sentido do trajeto percorrido pela RPA durante as transecções realizadas na pista externa do Setor Wiskey da Academia da Força Aérea. (Fonte: elaboração própria).

O operador da RPA não acompanhou as distribuições e nem teve acesso aos croquis. Após a distribuição dos animais, o operador da RPA realizou o transecto buscando localizar e identificar os alvos. A localização e a espécie foram anotadas em um croqui idêntico ao utilizado no momento da distribuição.



Figura 6 – Espécimes taxidermizadas utilizadas no presente estudo sobre cada substrato amostrado. (Fonte: elaboração própria).

2.6 Análise de dados

Foram analisados os croquis de cada transecto comparando com os da distribuição dos animais pela pista e contabilizando os avistamentos de cada animal em cada uma das passagens, bem como o sucesso da identificação em cada um dos substratos.

Foi calculada a taxa geral de detecção das espécies, que consiste na razão do número total de animais detectados pelo número total de animais distribuídos na área, considerando todas as passagens. Por meio dos dados coletados, também foi possível verificar a taxa de detecção para cada espécie.

Para avaliar se houve influência do tamanho das espécies nas taxas de detecção, foram multiplicados os valores de altura, largura e comprimento dos exemplares utilizados. A fim de normalizar a distribuição dos valores, foi utilizado o *log* do produto desta multiplicação para os cálculos de correlação e regressão linear.

Para verificar se houve correlação entre o tamanho das espécies e a taxa de detecção, foi calculado o coeficiente de correlação de Pearson, calculado por meio do pacote PAST 4.04 (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001). Para as variáveis que apresentaram correlação significativa, foram realizados testes de regressão linear para avaliar a associação entre elas utilizando o programa Microsoft Excel 2019.

Para a confecção dos mapas e das imagens com os pontos de detecção dos indivíduos taxidermizados, foi utilizado o pacote QuantumGis 3.24.3 Tisler (QGIS DEVELOPMENT TEAM, 2023).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primeira passagem foi realizada às 8h35min, e a última às 14h19min do dia 22 de maio de 2022. O tempo médio gasto para completar os transectos foi de 12min18 s (± 2 min4s). A Tabela 2 reúne a distribuição das espécies nos substratos em cada uma das passagens, bem como seus tempos de duração e horários de realização.

	Horário (h:min)	Duração (min:seg)	CCD	AN U	PO M	QQR	CC M	UR B	MA R	TT U	SER	CA R
1	08:35	13:04	G	G	P	P	G	P	G	P	G	P
2	09:20	13:00	G	G	P	P	G	G	G	P	G	G
3	10:00	13:50	G	P	P	G	P	G	P	P	P	P
4	10:36	12:30	G	P	P	G	G	G	P	G	G	G
5	11:19	12:15	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G
6	12:14	11:50	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
7	12:46	12:32	P	P	G	P	P	P	G	G	P	P
8	13:17	11:17	P	G	G	G	P	P	P	G	P	G
9	13:48	11:43	P	G	G	G	G	G	G	G	G	G
10	14:19	11:04	P	P	G	P	P	P	P	P	P	P

Tabela 2 – Horário de início, tempo de duração de cada transecto e substrato no qual cada espécie foi colocada. G = Gramado; P = Pista; CCD = cachorro-doméstico; ANU = anu-branco; POM = pombo-doméstico; CCM = cachorro-do-mato; URB = urubu; MAR = marreca-irerê; TTU = tatu-galinha; e CAR = carcará.

Fonte: elaboração própria.

A taxa geral de detecção dos animais foi de 62%, sendo o número médio de animais identificados em cada transecto de 6,2 ($\pm 1,9$) e as passagens com maior número de detecção a terceira (n = 8), a sexta (n = 8) e a sétima (n = 9), enquanto que as com menor número de detecções foram a primeira (n = 3), a quarta (n = 4), a segunda (n = 5) e a décima (n = 5), o que indica que o horário da passagem não teve influência na capacidade de detecção das espécies (Figura 7).

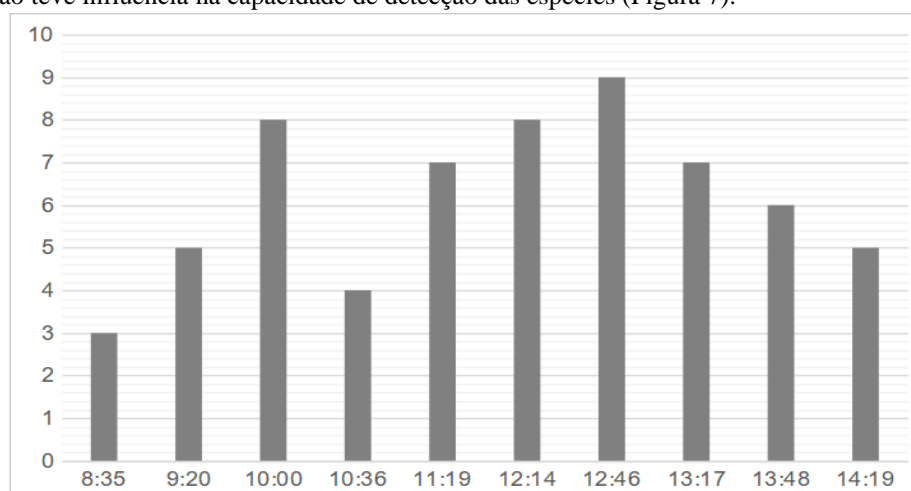


Figura 7 – Número de detecções obtidas em cada um dos transectos representados pelos horários nos quais foram realizados. (Fonte: elaboração própria).

Quanto aos substratos, a maior eficiência na detecção das espécies, de maneira geral, se deu sobre a pista, em que um total de 70% dos indivíduos foram avistados contra 54% quando colocados sobre a grama. O gramado, apesar de predominante verde, é composto de diferentes tons de coloração. Devem ser consideradas, ainda, as sombras geradas pelas folhas das gramíneas, o que muitas vezes dificulta a visualização, principalmente no caso de espécies de menor porte.

O tamanho corporal dos animais utilizados se mostrou uma importante variável na capacidade de detecção através da RPA. Em todos os casos, houve uma correlação significativa entre a taxa de detecção e o tamanho das espécies (Geral: $\rho = 0,75401$, $p = 0,011758$; Grama: $\rho = 0,66136$, $p = 0,037295$; Asfalto: $\rho = 0,72853$, $p = 0,016863$).

Da mesma maneira, foi observada uma associação entre as taxas de detecção, sendo que 57% na variação da taxa de detecção geral é explicada pelo tamanho do animal utilizado ($F = 6,21950$; $R^2 = 0,568538$; $p = 0,01175$), 44% da variação da taxa de detecção na grama ($F = 10,54162$; $R^2 = 0,437392$; $p = 0,03729$) e 53% na taxa de detecção sobre a pista ($F = 9,04856$; $R^2 = 0,530752$; $p = 0,01686$) (Figura 8).

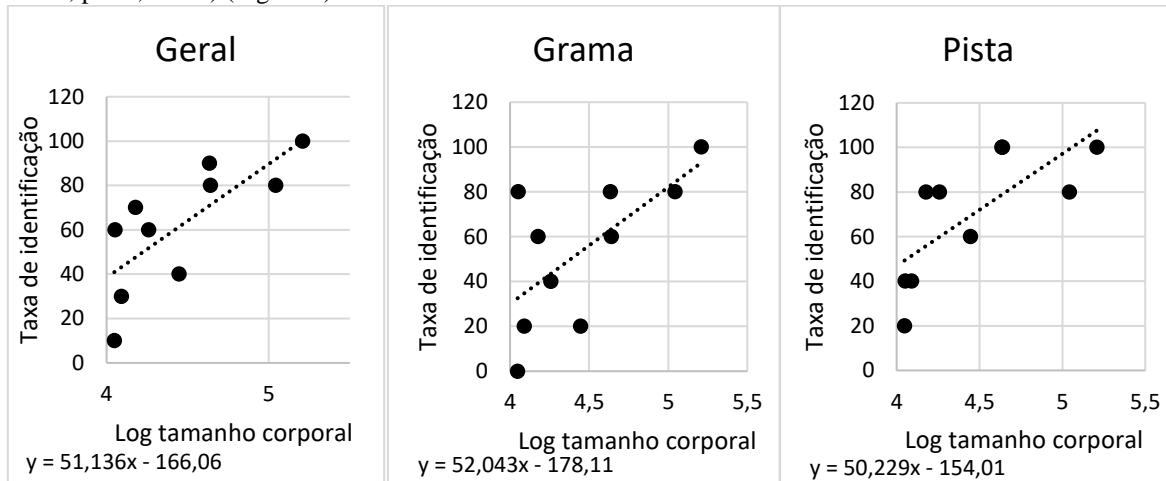


Figura 8 – Regressão mostrando a associação entre a taxa de identificação e o tamanho corporal. Fonte: elaboração própria.

Em relação às espécies, a que foi mais identificada pelo método foi *C. l. familiaris* (cachorro-doméstico) ($n = 10$), sendo a única espécie identificada em 100% dos transectos realizados. O exemplar utilizado apresentava porte avantajado e coloração clara, com tons de bege e branco, o que resulta em um forte contraste com ambos os substratos, tornando fácil sua visualização.

A Figura 9 reúne as posições da área de estudo nas quais o indivíduo foi identificado durante os transectos.

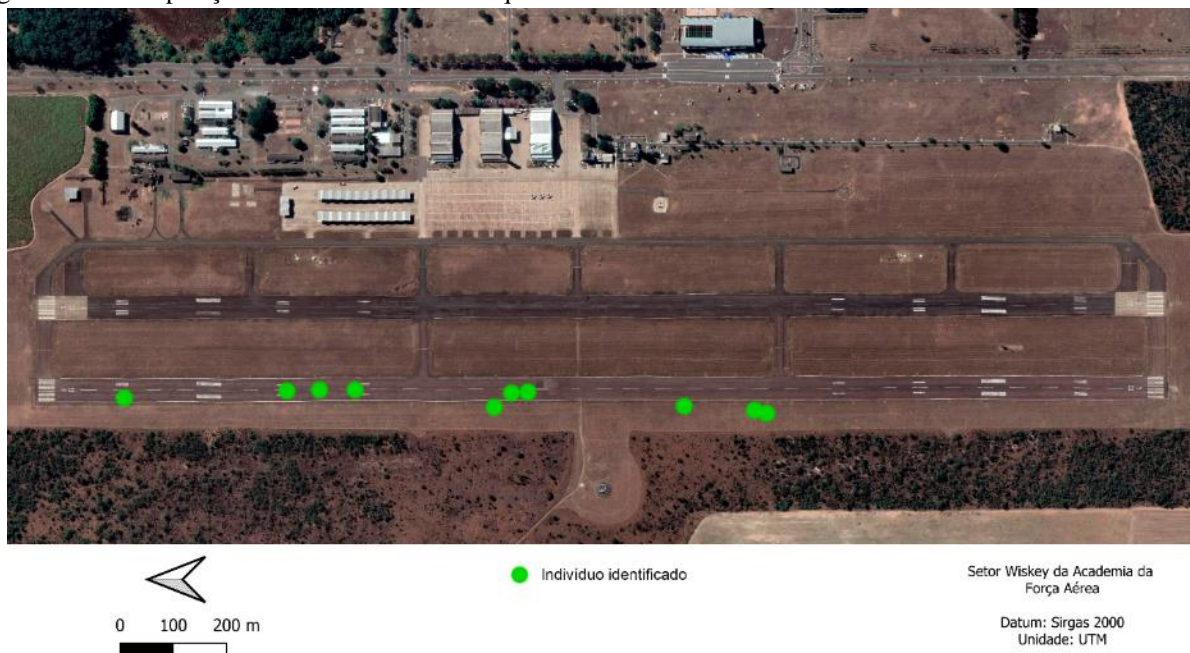


Figura 9 – Pontos nos quais o exemplar taxidermizado de cachorro-doméstico (*C. l. familiaris*) foi identificado na aérea operacional do Setor Whiskey da AFA, durante os transectos. (Fonte: elaboração própria).

A segunda espécie com maior taxa de visualização foi *C. thous* (cachorro-do-mato), identificada em 90% dos transectos, que deixou de ser observada em apenas uma das passagens, quando se encontrava sobre a grama. Apesar de apresentar pelagem escura – o que poderia ter causado a não detecção do exemplar, em todas as demais oportunidades ele foi identificado sobre o gramado (Figura 10).

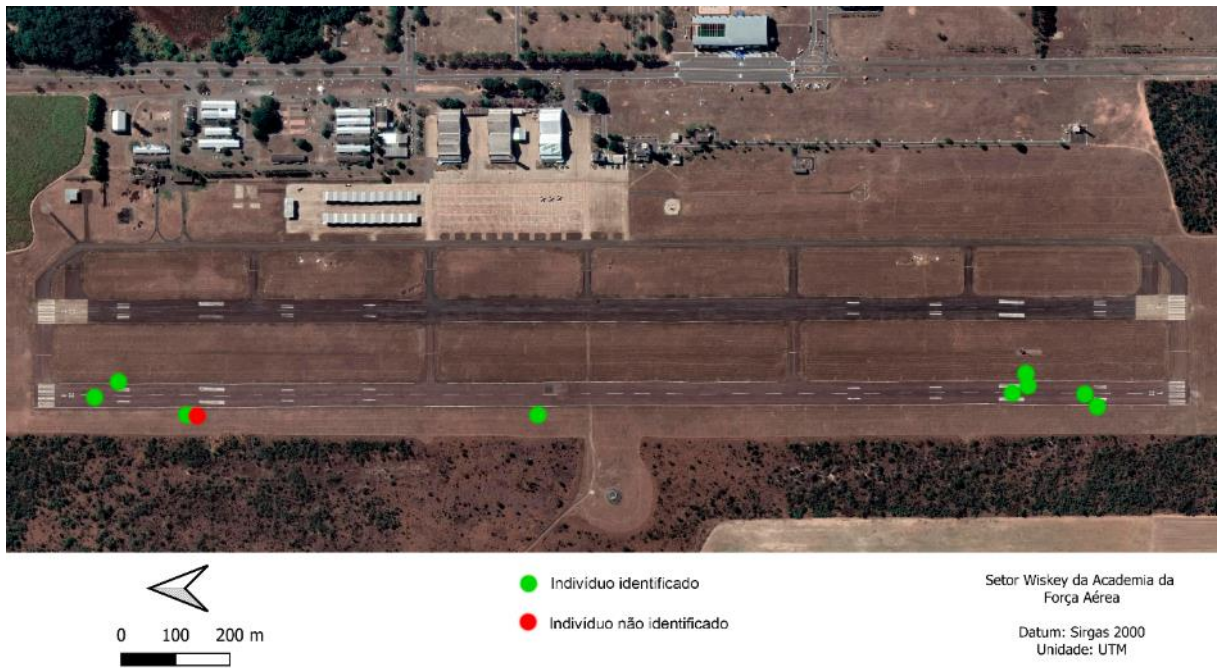


Figura 10 – Pontos nos quais o exemplar taxidermizado de cachorro-do-mato (*C. thous*) foi distribuído pela área operacional do Setor Whiskey da AFA. Os pontos verdes representam os locais onde o animal foi detectado e o ponto vermelho o local onde ele não foi detectado durante os transectos. (Fonte: elaboração própria).

Neste caso, o fato de, no momento da passagem, terem sido observados três indivíduos de seriema (*C. cristata*), quatro de curicaca (*Theristicus caudatus*) e dois de maria-faceira (*Syrigma sibilatrix*) se movimentando sobre a pista, próximo ao local onde estava o animal taxidermizado, pode ter desviado a atenção do observador, fazendo com que o cômputo passasse despercebido (Figura 11).



Figura 11 – Frame capturado do vídeo no momento em que foram avistados animais vivos, próximos ao indivíduo cachorro-do-mato taxidermizado. As setas vermelhas indicam os indivíduos de curicaca (*Theristicus caudatus*), as setas amarelas os de seriema (*C. cristata*), as setas azuis os de maria-faceira (*Syrigma sibilatrix*) e a seta preta o de cachorro-do-mato (*C. thous*) taxidermizado. Fonte: elaboração própria.

A terceira espécie com maior taxa de detecção foi *C. atratus* (urubu), sendo identificada em 80% dos transectos realizados (Figura 12). Sobre a pista, ela foi reconhecida em 100% das passagens, enquanto que sobre a grama, ela não foi observada em duas oportunidades. Nestas duas ocasiões, a espécie foi colocada próxima a um local onde a grama se encontrava mais alta, o que pode ter dificultado sua percepção.

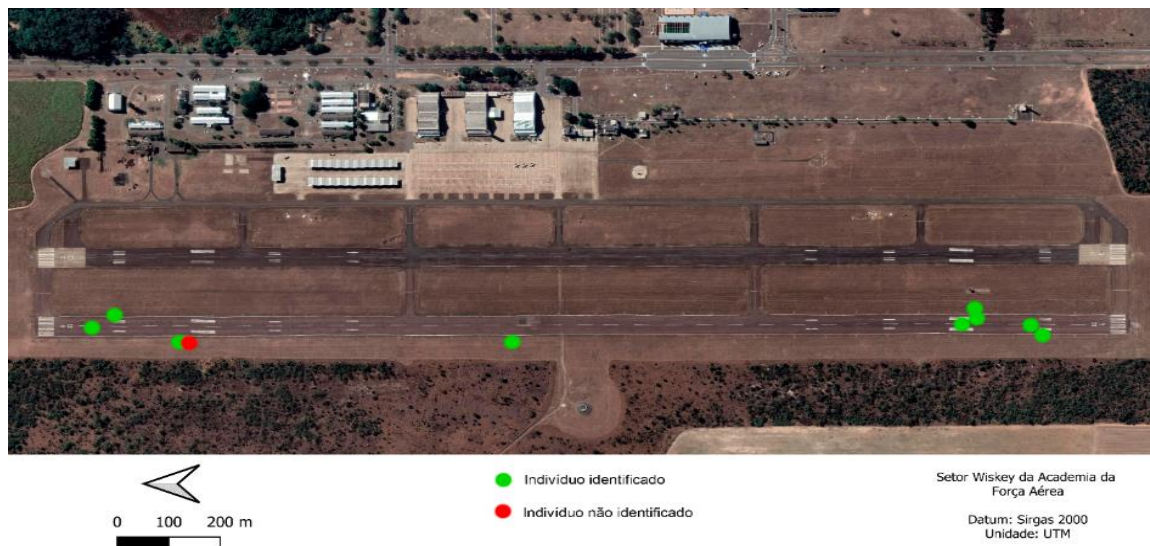


Figura 12 – Pontos nos quais o exemplar taxidermizado de urubu (*C. atratus*) foi distribuído pela área operacional do Setor Whiskey da AFA. Os pontos verdes representam os locais onde o animal foi detectado e os vermelhos os locais onde não foi detectado, durante os transectos. (Fonte: elaboração própria).

Vale ressaltar que a espécie não costuma ser observada em locais onde a grama esteja alta, a menos que haja a presença de uma carcaça. No entanto, neste caso, a grande concentração de indivíduos faria com que sua detecção fosse facilitada. Portanto, em condições normais, a espécie é facilmente detectável pela RPA – tanto que, durante os transectos, indivíduos vivos de urubu presentes na área foram identificados com êxito (Figura 13).



Figura 13 – Frame capturado do vídeo no momento em que foram avistados dois indivíduos de urubu (*C. atratus*) sobre o gramado (setas vermelhas). Fonte: elaboração própria.

Já *C. cristata* (seriema) foi identificada na área operacional em 80% das passagens (Figura 14), tanto sobre a pista quanto sobre a grama. Apesar de não ter atingido 100% de visualização, o método se mostrou eficiente na detecção da espécie em tempo real, já que até indivíduos vivos presentes na área foram identificados durante os transectos.



Figura 14 – Pontos nos quais o exemplar taxidermizado de seriema (*C. cristata*) foi distribuído pela área operacional do Setor Whiskey da AFA. Os pontos verdes representam os locais onde o animal foi detectado e os vermelhos os locais em que ele não foi detectado durante os transectos. (Fonte: elaboração própria).

O tatu-galinha (*D. novemcinctus*) foi detectado sobre a grama em 60% das oportunidades e sobre o asfalto em 80%, gerando uma taxa geral de 70% de detecção (Figura 15). Devido às características morfológicas da espécie – como o tamanho, por exemplo –, a detecção no gramado pode ter sido reduzida, como foi no caso do presente estudo.

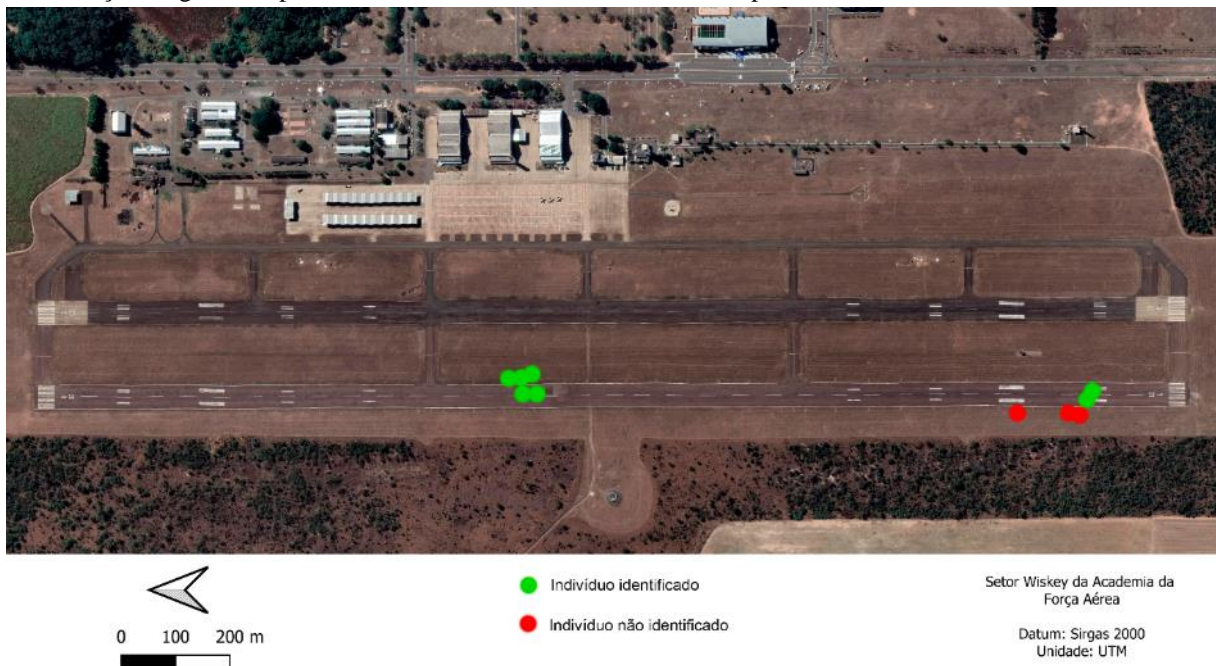


Figura 15 – Pontos nos quais o exemplar taxidermizado de tatu-galinha (*D. novemcinctus*) foi distribuído pela área operacional do Setor Wiskey da AFA. Os pontos verdes representam os locais onde o animal foi detectado e os vermelhos os locais em que ele não foi detectado durante os transectos. (Fonte: elaboração própria).

O pombo-doméstico (*C. livia*) foi detectado em 60% dos transectos (Figura 16). O indivíduo utilizado no presente estudo tinha a coloração predominante branca, representando apenas uma das colorações encontradas nas populações naturais da espécie.

Este fator pode ter influenciado nos resultados obtidos para fins desta pesquisa. Sobre a grama, a espécie foi detectada em 80% das vezes; já sobre a pista, em apenas 40%, podendo ser fruto da falta de contraste de sua coloração com as faixas de sinalização presentes no local. Além disso, por não se tratar de uma espécie com grande massa corporal, quando colocada na extremidade do campo de visão da câmera, pode passar despercebida pelo observador.

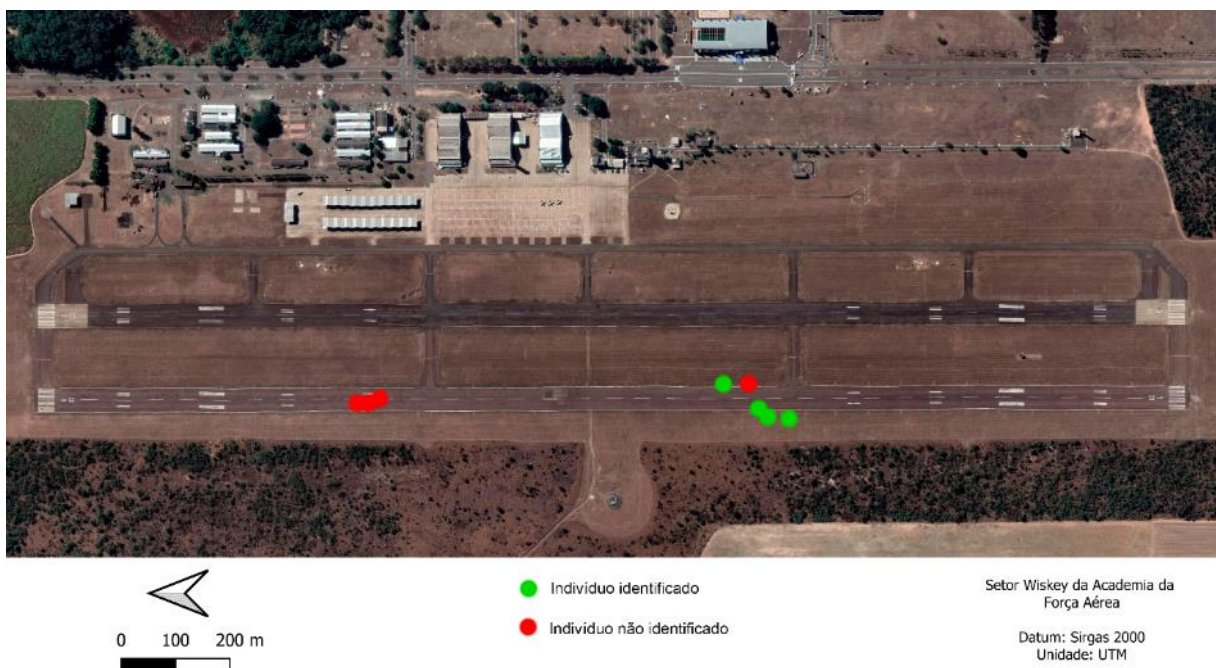


Figura 16 – Pontos nos quais o exemplar taxidermizado de pombo-doméstico (*C. livia*) foi distribuído pela área operacional do Setor Wiskey da AFA. Os pontos verdes representam os locais onde o animal foi detectado e os vermelhos os locais em que ele não foi detectado durante os transectos. (Fonte: elaboração própria).

Outra espécie que atingiu 60% de taxa de detecção geral foi *D. viduata* (marreca-irerê); entretanto, diferentemente do pombo-doméstico, sua maior taxa de detecção foi quando colocada sobre a pista (80%), contra 40% sobre a grama (Figura 16). Quando sobre a grama, a espécie pode passar despercebida devido ao seu volume corporal não ser tão avantajado, e a coloração de seu dorso ajuda a espécie a se camuflar no ambiente.

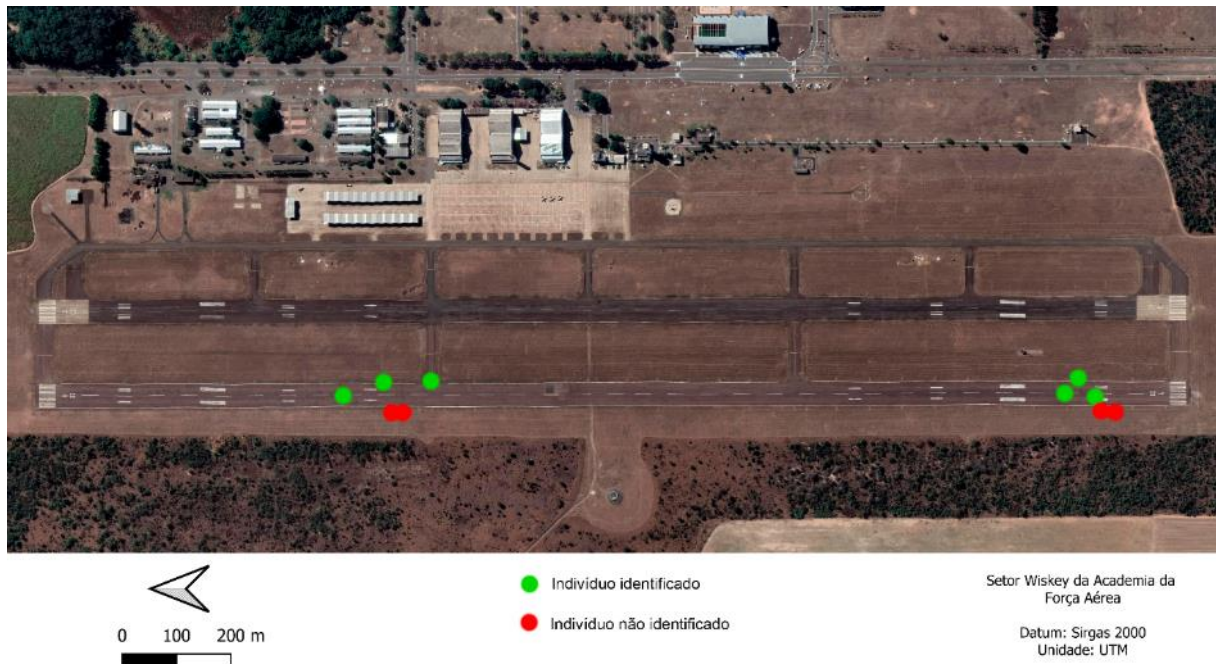


Figura 17 – Pontos nos quais o exemplar taxidermizado de marreca-irerê (*D. viduata*) foi distribuído pela área operacional do Setor Whiskey da AFA. Os pontos verdes representam os locais onde o animal foi detectado e os pontos vermelhos os locais onde ele não foi detectado durante os transectos. (Fonte: elaboração própria).

Apesar de seu volume corporal ser maior do que o de algumas das espécies que obtiveram taxas de detecção maiores, o carcará (*C. plancus*) apresentou uma taxa de apenas 40% considerando todos os transectos. A taxa mais baixa foi obtida quando colocado sobre a grama (20%), e isso pode ser explicado pelo fato de que, em duas oportunidades, o animal taxidermizado foi colocado em meio aos pilones (luzes balizadoras situadas nas laterais da pista usadas para delimitar a pista em período noturno ou de visibilidade reduzida), o que pode diminuir a capacidade do observador de detectar o animal, como mostra a Figura 18.

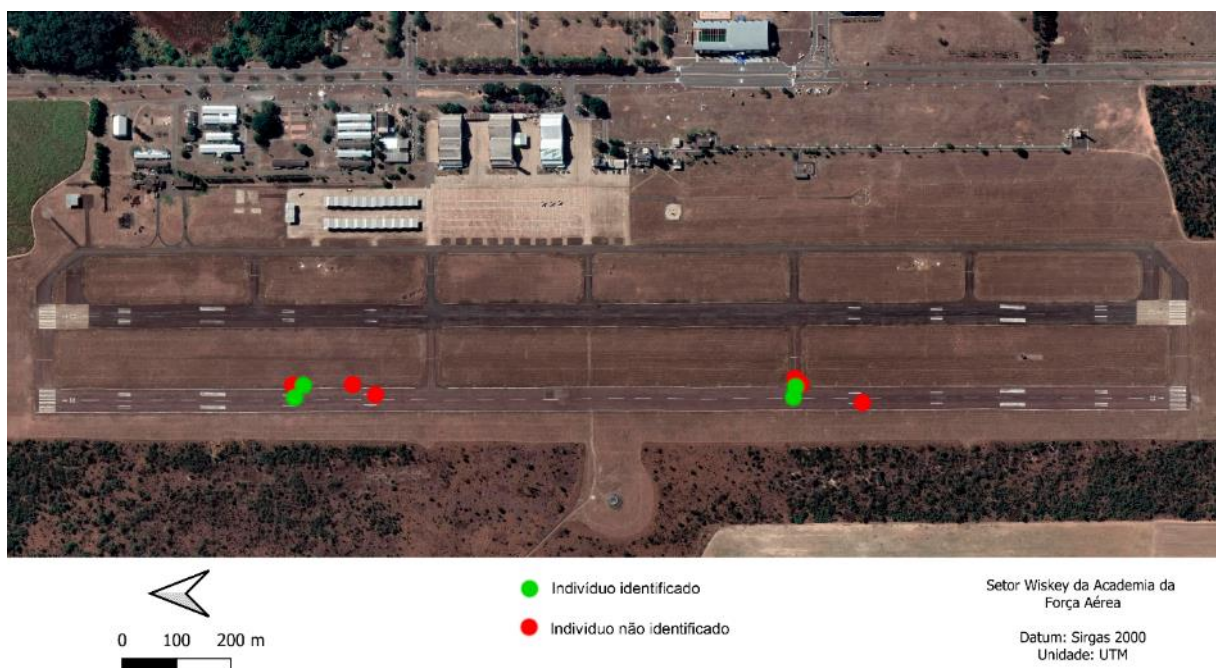


Figura 18 – Pontos nos quais o exemplar taxidermizado de carcará (*C. plancus*) foi distribuído pela área operacional do Setor Whiskey da AFA. Os pontos verdes representam os locais onde o animal foi detectado e os vermelhos os locais em que ele não foi detectado durante os transectos. (Fonte: elaboração própria).

O quero-quero (*V. chilensis*) se mostrou pouco detectável através do método empregado nesta pesquisa, sendo sua taxa geral de 30% (Figura 19). Quando sobre o gramado, ele foi identificado apenas em 20% dos transectos. Trata-se de uma espécie de porte pequeno, típica desse ambiente, naturalizando o fato de que seja difícil distingui-la. Mesmo sobre a pista, o animal obteve apenas 40% de taxa de registro, mas é importante observar que, quando em bando ou voando, a espécie é mais facilmente detectável por meio da RPA.

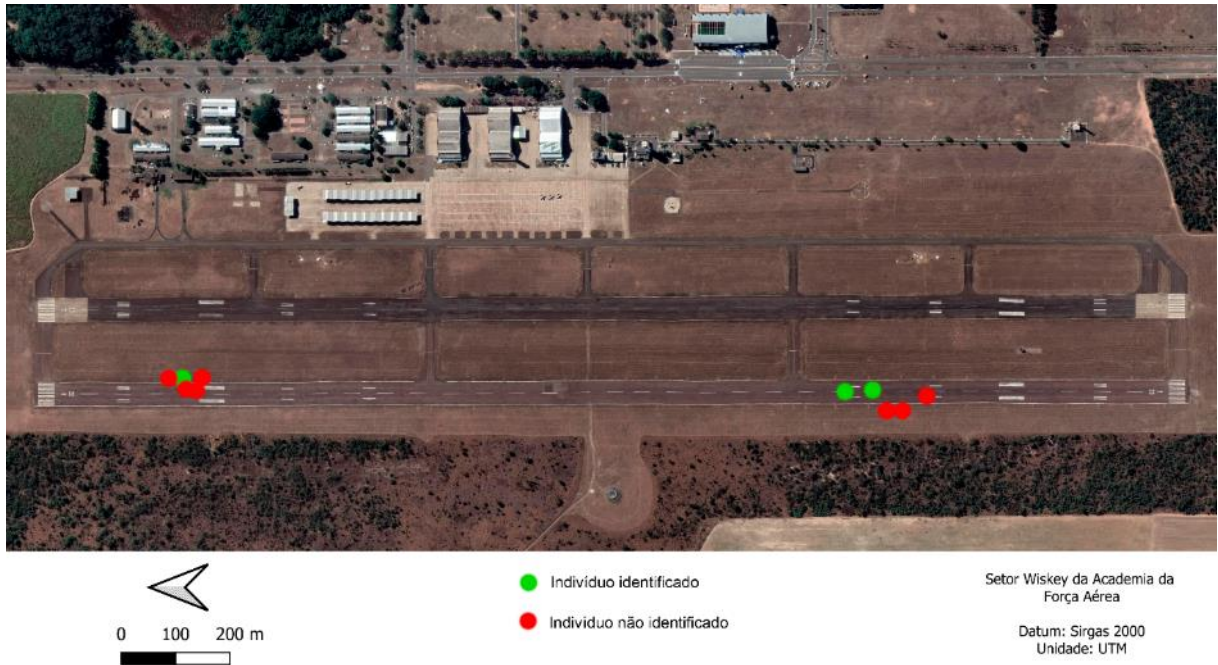


Figura 19 – Pontos nos quais o exemplar taxidermizado de quero-quero (*V. chilensis*) foi distribuído pela área operacional do Setor Whiskey da AFA. Os pontos verdes representam os locais onde o animal foi detectado e os vermelhos os locais em que não foi detectado durante os transectos. (Fonte: elaboração própria).

No estudo conduzido, em 90% das passagens foram observados indivíduos vivos de quero-quero voando ou pousados sobre a pista, muitas vezes atraídos pelo animal taxidermizado. Os indivíduos presentes veem o exemplar taxidermizado como um invasor de seu território e apresentam comportamento agonístico, na intenção de afugentá-lo (Figura 20).



Figura 20 – As setas vermelhas indicam indivíduos vivos de quero-quero (*V. chilensis*) próximos ao exemplar taxidermizado, demonstrando comportamento agonístico. Fonte: elaboração própria

A espécie que se mostrou menos detectável por meio do método aqui testado e empregado foi *G. guira* (anu-branco), com uma taxa geral de 10%. A espécie foi detectada em apenas uma passagem, quando colocada sobre a pista (Figura 21). O resultado é esperado devido ao tamanho corporal do animal, além do fato de ser uma espécie típica de ambientes formados, onde forrageia junto ao solo.

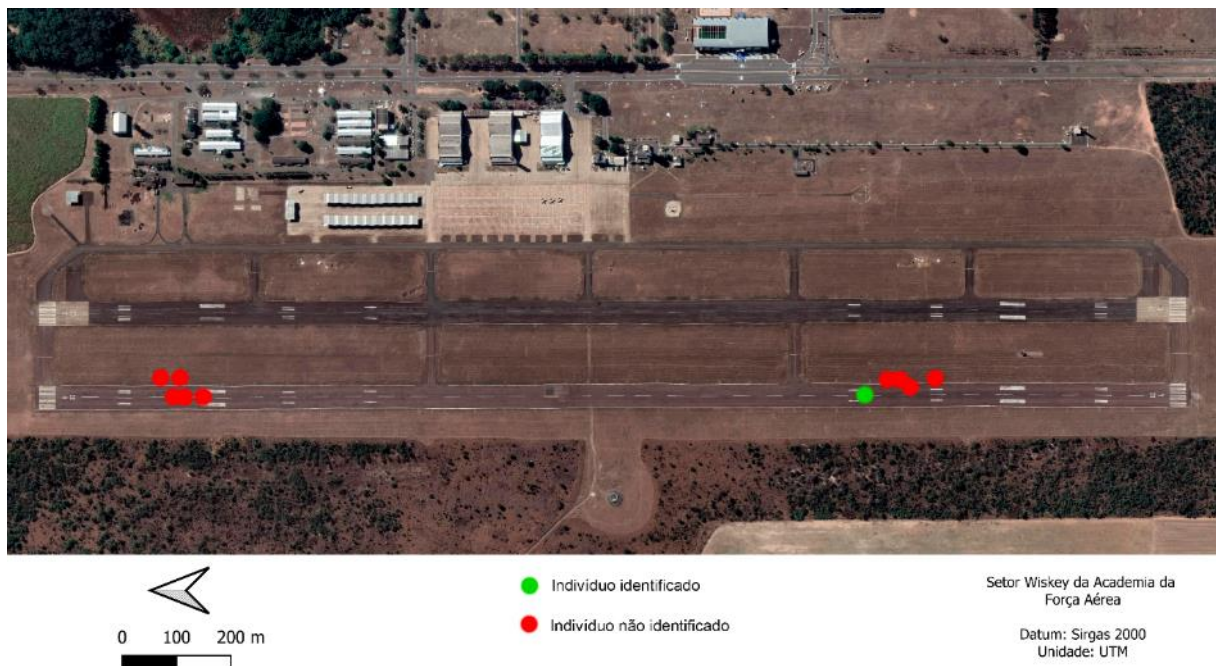


Figura 21 – Pontos nos quais o exemplar taxidermizado de anu-branco (*G. guira*) foi distribuído pela área operacional do Setor Whiskey da Academia da Força Aérea. Os pontos verdes representam onde o animal foi detectado e os vermelhos onde não foi detectado durante os transectos. (Fonte: elaboração própria).

Como já mencionado anteriormente, além dos animais taxidermizados, indivíduos vivos das espécies foram registrados durante os transectos realizados. Um bando de três seriemas (*C. cristata*) foi observado sobre a pista em uma das passagens.

Indivíduos de *V. chilensis* (quero-quero) foram observados em quase todos os transectos, em bandos variando de dois a quatro indivíduos, enquanto que em quatro oportunidades indivíduos de urubus (*C. atratus*) foram observados, sempre no mesmo local, sobre a grama (Figura 22).

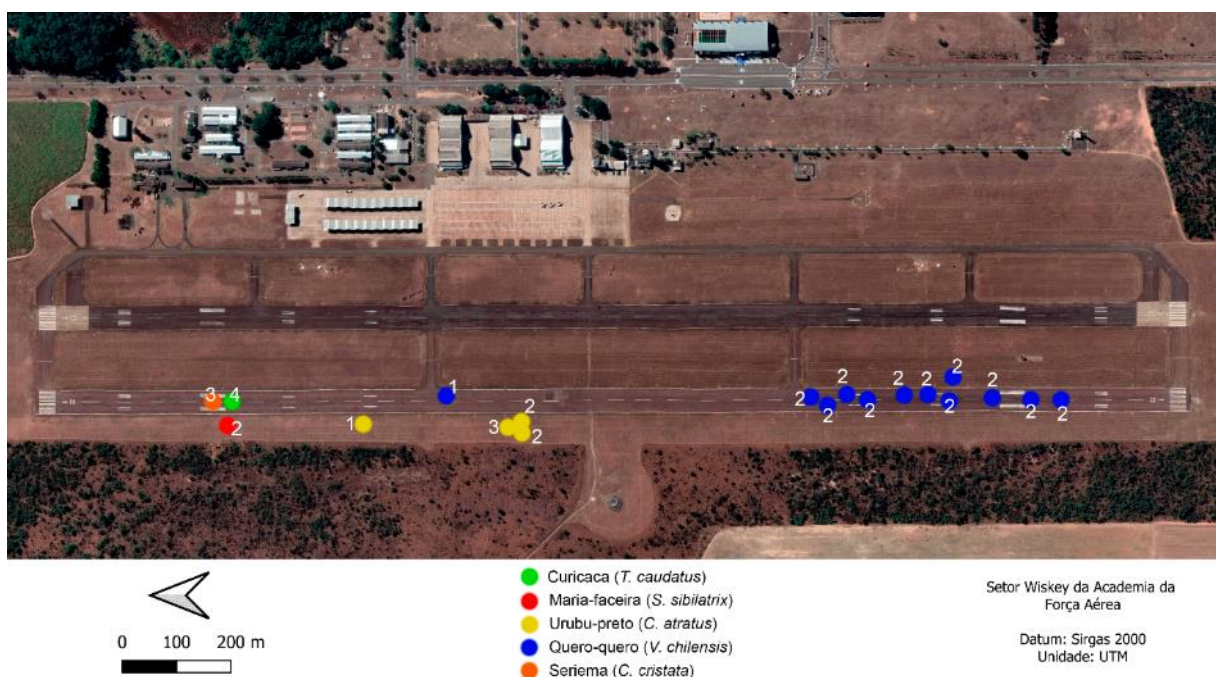


Figura 22 – Pontos nos quais foram observados indivíduos vivos das espécies presentes na área. Os pontos azuis representam os registros de quero-quero (*V. chilensis*), o ponto laranja os registros de seriema (*C. cristata*), o ponto verde os de curicaca (*T. caudatus*), o vermelho os de maria-faceira (*S. sibilatrix*) e os amarelos os de urubu (*C. atratus*). Os valores sinalizados ao lado dos pontos representam o número de indivíduos registrados. (Fonte: elaboração própria).

Além disso, quatro indivíduos de curicaca (*T. caudatus*) e dois de maria-faceira (*S. sibilatrix*) foram observados sobre a pista em uma das passagens (Tabela 3).

	Quero-quero (<i>C. chilensis</i>)	Urubu (C. <i>atratus</i>)	Seriema (<i>C. cristata</i>)	Curicaca (<i>T. cadatus</i>)	Maria-faceira (<i>S. sibilatrix</i>)
1	2	–	–	–	–
2	2	–	–	–	–
3	4	–	–	–	–
4	2	–	3	4	2
5	2	–	–	–	–
6	2	3	–	–	–
7	–	2	–	–	–
8	2	–	–	–	–
9	4	2	–	–	–
10	2	3	–	–	–

Tabela 3 Número de indivíduos vivos das espécies presentes no aeródromo, registrados em cada passagem durante as amostragens

Fonte: elaboração própria.

Há de considerar que, por muitas vezes, o fato de os animais taxidermizados serem estáticos dificulta a observação através da RPA. Em algumas oportunidades, a própria passagem do equipamento força a movimentação dos indivíduos, seja voando ou caminhando, o que aumenta consideravelmente as chances de detecção, como observado para *V. chilensis* (quero-quero).

Há de ressaltar, também, que os animais aqui utilizados são apenas representantes de classes de tamanho, e, portanto, a coloração das espécies, dependendo do ambiente inserido, pode refletir na taxa de detecção dos indivíduos. Ou seja, mesmo espécies de volume corporal semelhantes podem ter taxas de detecção diferentes dependendo de outras características morfológicas.

É importante evidenciar que espécies de grande porte apresentaram maiores taxas de detecção e normalmente são as espécies que são fonte de maior preocupação quando presentes em áreas de movimentação de aeronaves, já que a severidade relativa das espécies em caso de colisões é correlacionada com sua massa corporal (DOLBEER *et al.*, 2000).

Por fim, outro fator que pode vir a influenciar o sucesso da detecção é a experiência e familiaridade do operador do aparelho com as espécies locais, já que a imagem de busca e, consequentemente, a detecção desenvolvida pelo observador permitem que o animal seja reconhecido mais facilmente. Além disso, essa habilidade (juntamente com a aptidão na operação da RPA) reflete no tempo gasto para a realização do percurso, o que é preponderante na decisão de empregar o método.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O emprego da RPA para a identificação de espécies-problema em revisões de pista da AFA se mostrou eficiente principalmente no que se refere a espécies de médio e grande porte. No presente estudo, os modelos taxidermizados que representam os animais cachorro-doméstico e cachorro-do-mato tiveram altas taxas de identificação, independente do substrato em que se encontravam.

Mamíferos de grande porte como cães domésticos e capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) são algumas das principais espécies-problema em aeródromos brasileiros e, devido a sua elevada massa corporal, possuem alta severidade em caso de colisões (NOVAES, 2021). A identificação destes animais, quando na faixa de movimentação de aeronaves, é essencial para alertar o operador do aeródromo e acionar os meios para realização de técnicas de afugentamento, a fim de garantir uma operação mais segura.

O tempo gasto para a realização do procedimento foi de aproximadamente 12 minutos, o que mostra a viabilidade do uso do aparelho na rotina de um aeródromo. Apesar de exigir um operador com habilidade técnica para pilotá-lo e para visualizar e identificar as espécies avistadas, o uso da RPA permite a realização de uma revisão de pista, sem a necessidade de utilização de uma viatura (que deve estar equipada com no mínimo duas pessoas, motorista e observador, para a realização do procedimento).

Espécies com menor tamanho corporal podem apresentar maiores dificuldades na sua detecção pelo aparelho; entretanto, por acarretar no afugentamento dos animais em alguns casos, mesmo espécies de menor porte podem ser detectadas com facilidade. Há, também, a possibilidade de projetar a imagem capturada em uma tela maior ou a de utilizar um equipamento com capacidade mais elevada de detecção, que não foi testada no presente estudo e pode mostrar resultados diferentes.

Neste sentido, nota-se que a utilização de diferentes técnicas no levantamento e gerenciamento de risco de fauna devem ser testadas, e novas ferramentas podem se mostrar úteis no que se refere à economia de tempo ou recursos financeiros, tal como se comprovou a partir da adequabilidade do uso de RPA na análise de risco de fauna nas áreas da AFA.

Todavia, cabe ressaltar que cada aeródromo possui características físicas específicas e, portanto, se apresentarão espécies-problema igualmente específicas. Dessa forma, as ferramentas e técnicas mais eficientes podem variar de um local para outro, o que reforça a importância de estudos e pesquisas que visem a testar a eficácia destas alternativas em diferentes condições.

AGRADECIMENTOS

Os demais autores desta pesquisa dirigem seus nobres sentimentos aos familiares e amigos do Ten Av Júnior (*In Memoriam*). Agradecemos à 2º Ten Rebeca Mega pela revisão e pelas valiosas sugestões ao texto. À UNISAGRADO pelo empréstimo dos animais taxidermizados e ao Cab Bruno pelo apoio logístico para a realização deste estudo.

REFERÊNCIAS

- ALLAN, J. R. The costs of bird strikes and bird strike prevention. **Human conflicts with wildlife: economic considerations**, v. 18, p. 147-153, 2000.
- ANELLO, A. **Aplicações de VANTs para operações de infantaria**. 2017. 48 p. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Curso de Formação de Oficiais de Infantaria, Academia da Força Aérea, Pirassununga, 2017. Disponível em: https://redebias.direns.aer.mil.br/index.asp?codigo_sophia=58013. Acesso em: 02 maio 2021. [Conteúdo digital acessível mediante login e senha em rede interna].
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Academia da Força Aérea. **NPA nº 386 – CMDO: Atividades do Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos na Academia da Força Aérea**. Pirassununga, 2019. Documento interno.
- BRASIL. Lei nº 7.565, de 19 de dezembro de 1986. Dispõe sobre o Código Brasileiro de Aeronáutica. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 dez. 1986. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7565.htm. Acesso em: 10 maio 2022.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Academia da Força Aérea. **Identificação do Perigo da Fauna (IPF)**. Pirassununga, 2022. Documento interno.
- CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS – CENIPA. **Sistema de Gerenciamento de Risco Aviário – SIGRA**. Disponível em: http://sistema.cenipa.aer.mil.br/cenipa/sigra/pesquisa_dadosExt. Acesso em: 06 abr. 2021.
- 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.
- EGAN, C.C., BLACKWELL, B.F., JURICIC, E.F., KLUG, P.E. Testing a key assumption of using drones as frightening devices: Do birds perceive drones as risky? **The Condor**, v. 122, p. 1-15, 2020.
- FRANÇA, M. A. Utilização de aeronaves remotamente pilotadas em operações de busca e salvamento. 2018. 49 p. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Curso de Formação de Oficiais Aviadores, Academia da Força Aérea, Pirassununga, 2018. Disponível em: https://redebias.direns.aer.mil.br/index.asp?codigo_sophia=62045. Acesso em: 02 maio 2021. [Conteúdo digital acessível mediante login e senha em rede interna].
- GOOGLE EARTH. Região de Pirassununga. Disponível em: <https://earth.google.com/web/@-21.99146284,47.37292861,619.52305011a,24502.84479839d,30.00000769y,0h,0t,0r>. Acesso em: 24 maio 2022.
- HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica**, v. 4, n. 1, 9 p., 2001.
- LYKOU, G.; MOUSTAKAS, D.; GRITZALIS, D. Defending Airports from UAS: A Survey on Cyber-Attacks and Counter-Drone Sensing Technologies. **Sensors**, v. 20, n. 12, jun. 2020.
- MENDONÇA, F. A. C., WALLACE, R. Utilizing UAS to support wildlife hazard management efforts by airport operators. **Collegiate Aviation Review International**, v. 39, n. 2, p. 238-248, 2021. Disponível em: <http://ojs.library.okstate.edu/osu/index.php/CARI/article/view/8385/7686>. Acesso em: 08 maio 2022.
- MICHAELIS. **Moderno dicionário da língua portuguesa**. São Paulo: Melhoramentos., 1998.
- MINISTÉRIO DA DEFESA. Comando da Aeronáutica. Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **MCA 3-8: Manual de Gerenciamento de Risco de Fauna**. Brasília: 2017, 173 p. Disponível em: <https://www2.fab.mil.br/cenipa/index.php/legislacao/mca-manual-do-comando-da-aeronautica?download=149:manual-de-gerenciamento-de-risco-da-fauna>. Acesso em: 02 maio 2021.
- NOVAES, W. G. Ranking de severidade relativa das espécies de fauna na aviação brasileira. **Revista Conexão Sipaer**, v. 12, n. 1, p. 95-112, 2021.
- PASCHOALINO, L. F. C. Perigo Aviário. 2017. 30 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Aeronáuticas) – Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2017. Disponível em: https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/8173/1/LUIZ_FERNANDO_DE_CAMPOS_PASCHOALINO-Re%5B685-2-718268%5DLUIZ_AD2VF.pdf. Acesso em: 08 mar. 2023.
- PARANJAPE, A. A.; CHUNG, S.; KIM, K.; SHIM, D.H. Robotic herding of a flock of birds using an unmanned aerial vehicle. **IEEE Transactions on Robotics**, v. 34, n. 4, p. 901-915, 2018. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8424544>. Acesso em: 08 mar. 2023.

-
- QGIS DEVELOPMENT TEAM. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. Disponível em: <http://qgis.osgeo.org>. Acesso em: 08 mar. 2023.
- SCOTT, J. P.; FREDERICSON, E. The causes of fighting in mice and rats. **Physiological Zoology**, v. 24, n. 4, p. 273-309, 1951.
- SHVETSOVA, S. V.; SHVETSOV, A. V. Ensuring safety and security in employing drones at airports. **Journal of Transportation Security**, v. 14, p. 41-53, 2021. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12198-020-00225-z>.
- SMITH, J. ASN Wikibase Occurrence # 73649. **Aviation Safety Network**, 15 dez. 2016. Disponível em: <https://aviation-safety.net/wikibase/73649>. Acesso em: 08 maio 2021.
- SVANSTRÖM, F.; ALONSO-FERNANDEZ, F.; ENGLUND, C. A dataset for multi-sensor drone detection. **Data in Brief**, v. 39, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352340921007976>. Acesso em: 08 mar. 2023.

Dificuldades em serviço na aviação civil brasileira – panorama de 2022

Rogério Possi Júnior^{1,2}

1 Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC

2 rogerio.possi@anac.gov.br

RESUMO: Neste trabalho, apresenta-se o resumo dos eventos de dificuldades em serviço de 2022, que foram comunicados à Agência Nacional de Aviação Civil 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 da organização, apresentam-se os dados submetidos por estas. Os dados são mostrados de acordo com o mês apresentado, o tipo da organização, o tipo de operação, a fase de operação, 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 2017 e 2022.

Palavras Chave: 1. Aeronavegabilidade. 2. Dificuldades em serviço. 3. Segurança de voo.

In service difficulties – summary of 2022

ABSTRACT: In this paper, we present a summary of in-service difficulties events in 2022, which were communicated to the National Agency of Civil Aviation 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 2017 and 2022.

Key words: 1. Airworthiness. 2. In service difficulties. 3. Flight Safety.

Citação: Júnior, RPJ (2023). Dificuldades em serviço na aviação civil brasileira – panorama de 2022. *Revista Conexão Sipaer*, Vol. 13, N°. 2, pp. 87-106.

1 INTRODUÇÃO

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

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

Dessa 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 (DOD, 2014).

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

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

De acordo com a Instrução Suplementar (IS) N° 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 é o sistema de comunicação de eventos de Dificuldades em Serviço (*Service Difficulties Report – SDR*) da Agência Nacional de Aviação Civil (<https://sistemas.anac.gov.br/SACI/Login.asp>). O espaço amostral analisado consiste no conjunto dos 731 relatórios submetidos no ano de 2022, 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 às práticas e padrões recomendados relativos à aeronavegabilidade e 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 a sua interface com a operação são de interesse da AAC, pois auxiliam o monitoramento do produto certificado (Figura 1).

Além disso, existe uma ordem para a comunicação destes dados, dependendo da natureza da organização (Figura 2). A IS 00-001B possui o detalhamento relativo ao requerido pelos regulamentos acima, quanto à comunicação dos eventos de dificuldades em serviço (ANAC, 2018).

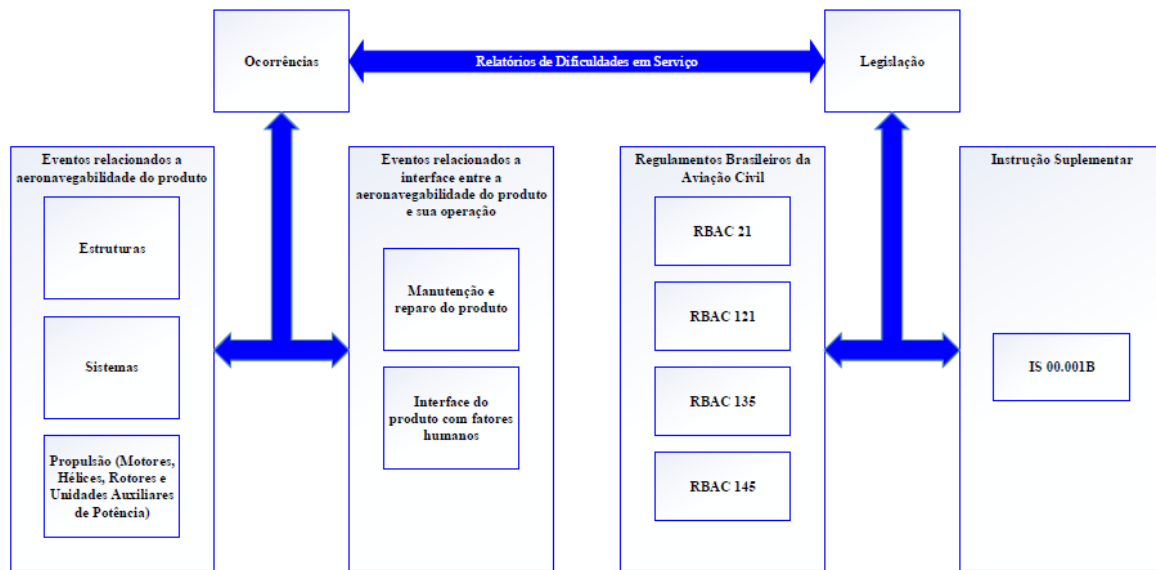


Figura 1 – Ilustração do fluxo de dados entre as diferentes organizações (POSSI, 2016).

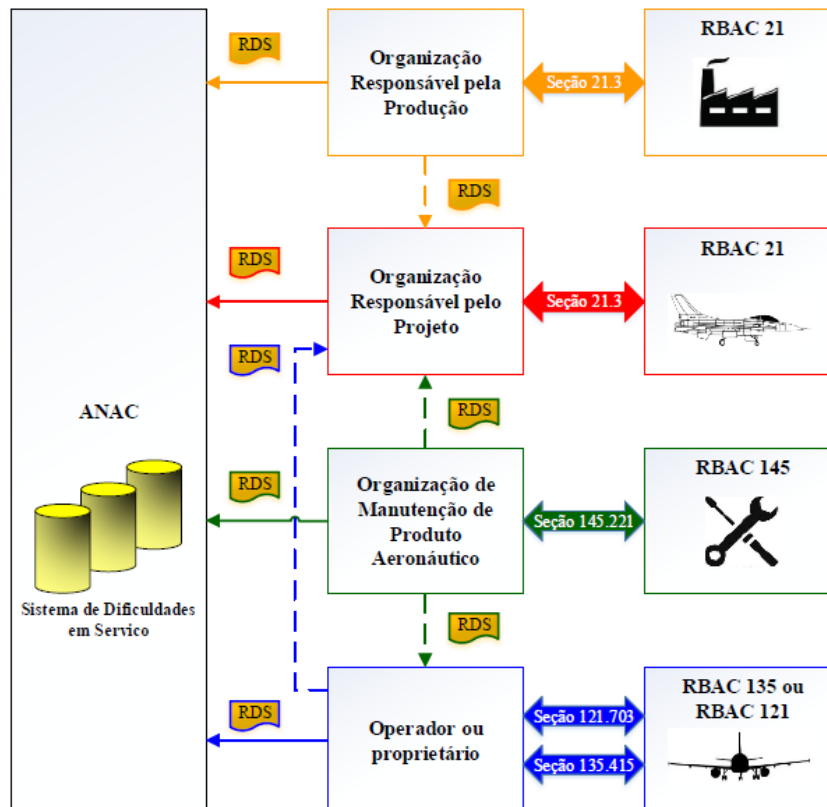


Figura 2– Ilustração do fluxo de dados entre as diferentes organizações (POSSI, 2016).

4 OCORRÊNCIAS – PANORAMA GERAL

Dessa forma, apresenta-se a seguir um resumo dos relatórios submetidos a ANAC, relativo ao ano de 2022.

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.

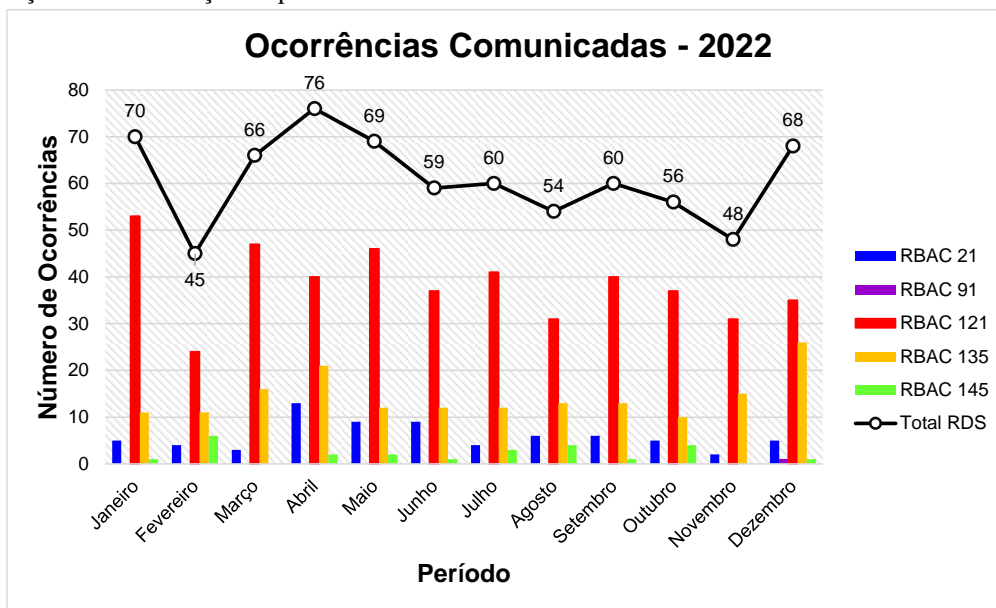


Figura 3 - Relatórios enviados (ANAC, 2023a)

Embora tenha ocorrido um discreto acréscimo dos relatórios de dificuldades em serviço submetidos por organizações de manutenção de produto aeronáutico certificadas pelo RBAC 145, o número de submissões ainda é baixo. Tal fato já foi mostrado em trabalhos anteriores como em (POSSI, 2016), (POSSI, 2017), (POSSI, 2018), (POSSI, 2019) e (POSSI, 2022).

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 2022. Nota-se que a maioria dos relatórios tem origem em empresas aéreas regidas pelo RBAC 121.



Figura 4 - Relatórios enviados por certificação (ANAC, 2023a)

4.3 Incidência dos relatórios recebidos relativa ao tipo de operação

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



Figura 5 – Ocorrências recebidas por operação – porcentual (ANAC, 2023a)

4.4 Incidência dos relatórios recebidos relativa a fase de operação

As Figuras 6, 7a e 7b ilustram as fases de operação em que ocorreram os eventos reportados em dados porcentuais e absolutos, respectivamente. Pelos dados de campo, nota-se que a maioria dos eventos ocorreram durante as etapas de *Takeoff*, *Climb* e *Cruise*. Já a Figura 7c apresenta algumas ocorrências com alguns desdobramentos nas operações das aeronaves.

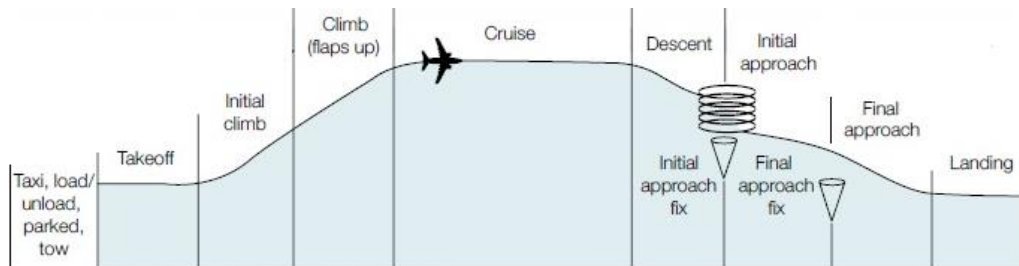


Figura 6 – Fases de Operação. Adaptado de (BOEING, 2015)

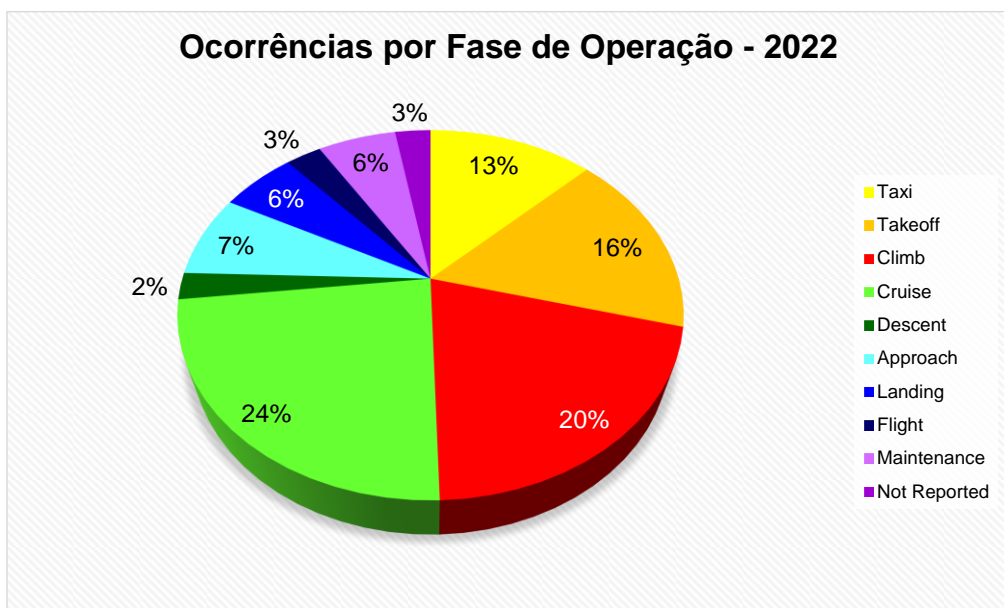


Figura 7a – Ocorrências recebidas por fase de operação – porcentual (ANAC, 2023a)

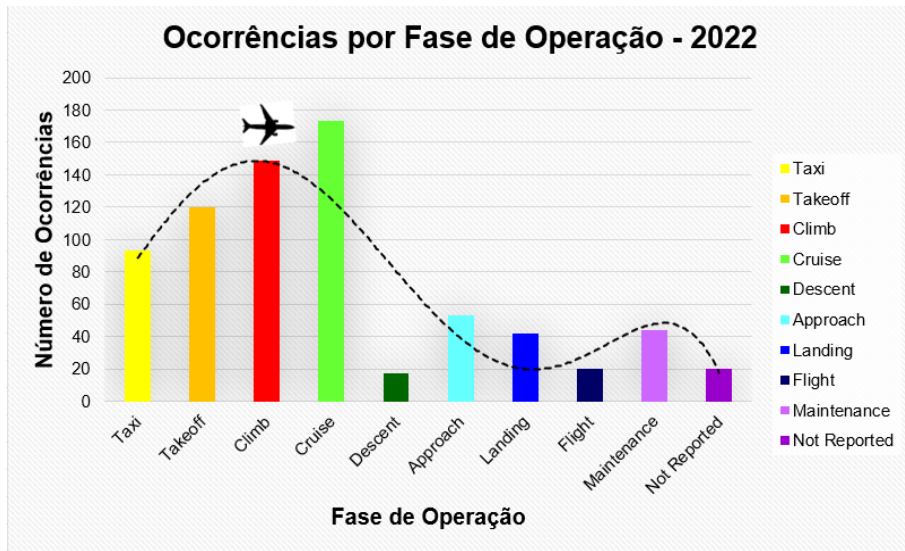


Figura 7b – Ocorrências recebidas por fase de operação – absoluto (ANAC, 2023a)

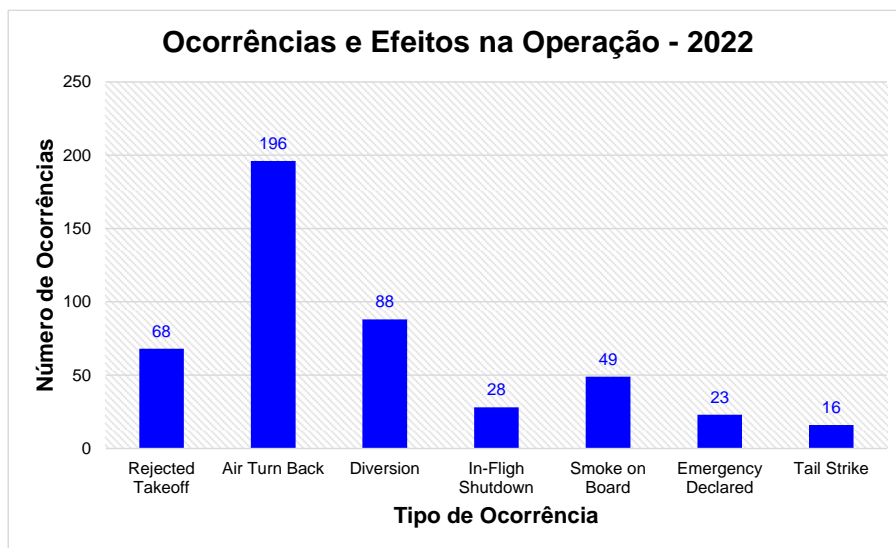


Figura 7c – Ocorrências e efeitos operacionais (ANAC, 2023a)

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 2022 classificados de acordo com os sistemas (descritos pelo sistema ATA 2200) que integram as aeronaves certificadas pelos RBAC 23, 25 e 29, respectivamente.

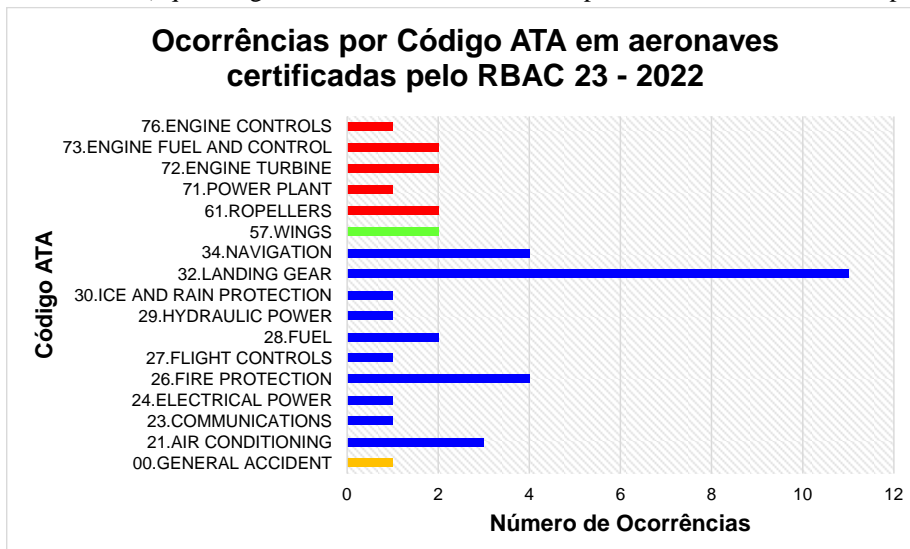


Figura 8a – Ocorrências recebidas por código ATA – aeronaves certificadas pelo RBAC 23(ANAC,2023a)

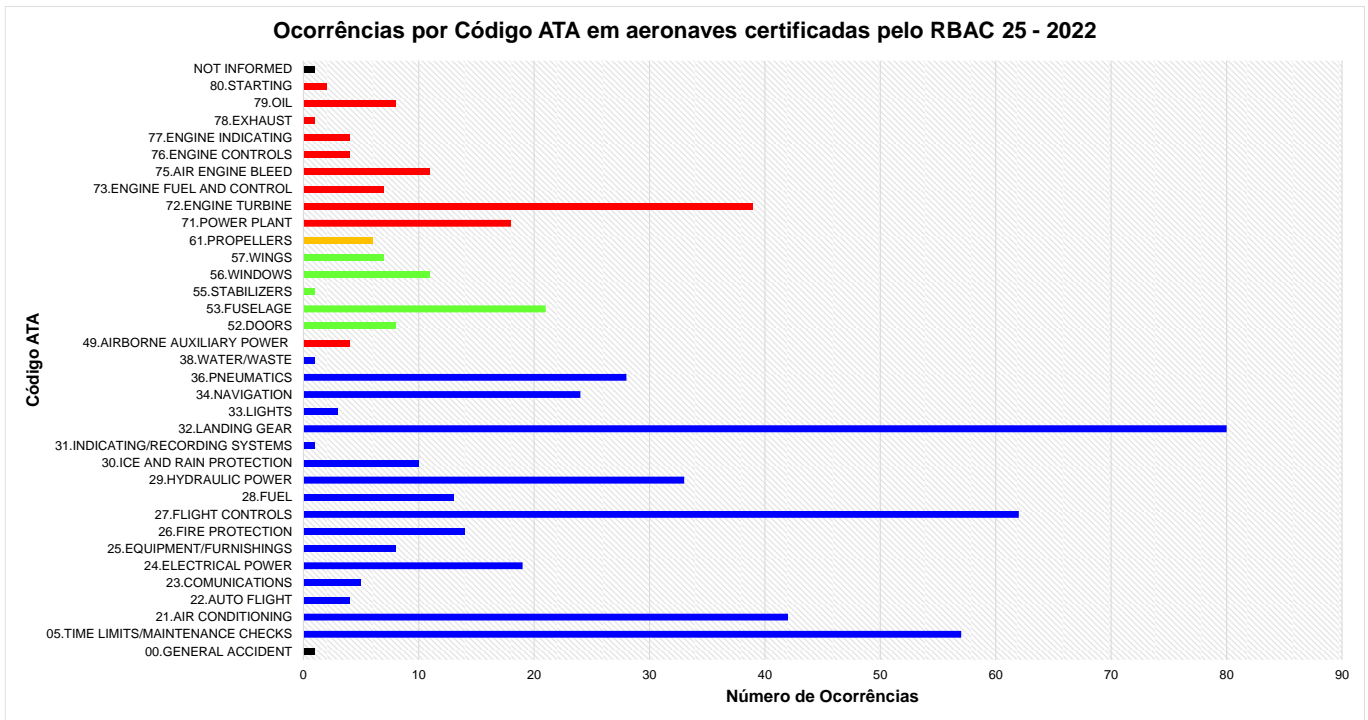


Figura 8b – Ocorrências recebidas por código ATA – aeronaves certificadas pelo RBAC 25(ANAC,2023a)

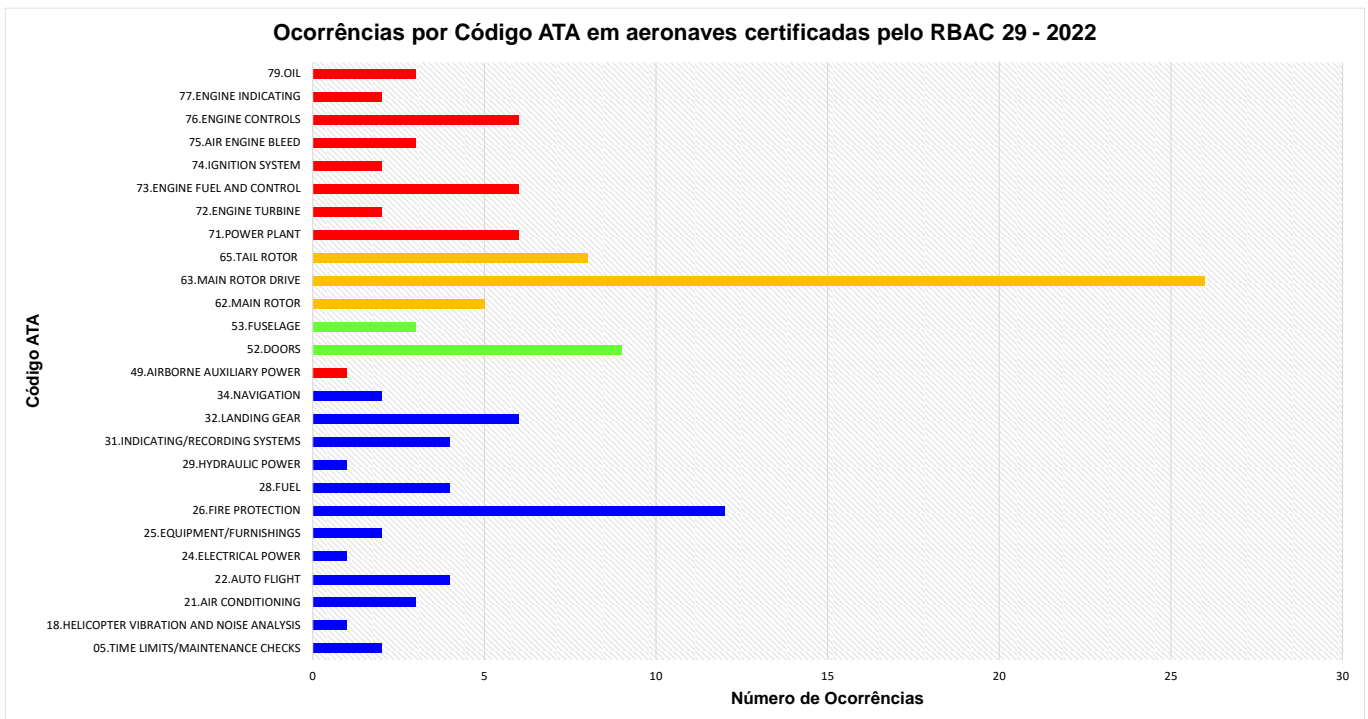


Figura 8c – Ocorrências recebidas por código ATA – aeronaves certificadas pelo RBAC 29 (ANAC, 2023a)

5.1 Sistemas

A seguir (Figuras 9 até18) é feita a separação dos eventos associados aos sistemas das aeronaves certificadas pelo RBAC 25 (aviões categoria transporte), de acordo com seu código ATA incidente. Observa-se que não se apresentou uma análise detalhada de todos os sistemas, pois, em alguns casos, os eventos foram comunicados como falha do sistema em particular e, em outros, houve um baixo número de relatos.

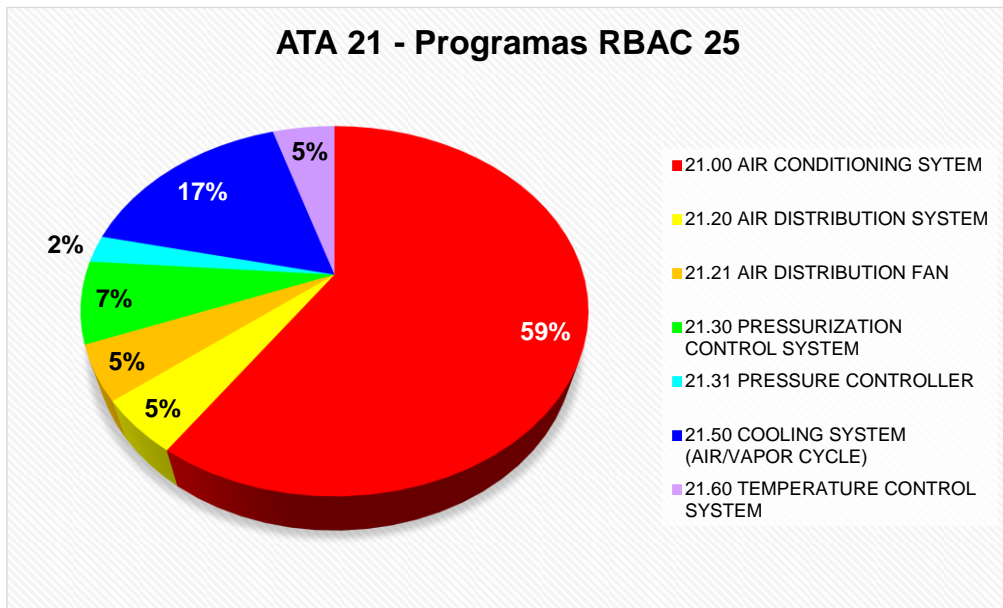


Figura 9– Ocorrências ATA 21 (ANAC, 2023a).

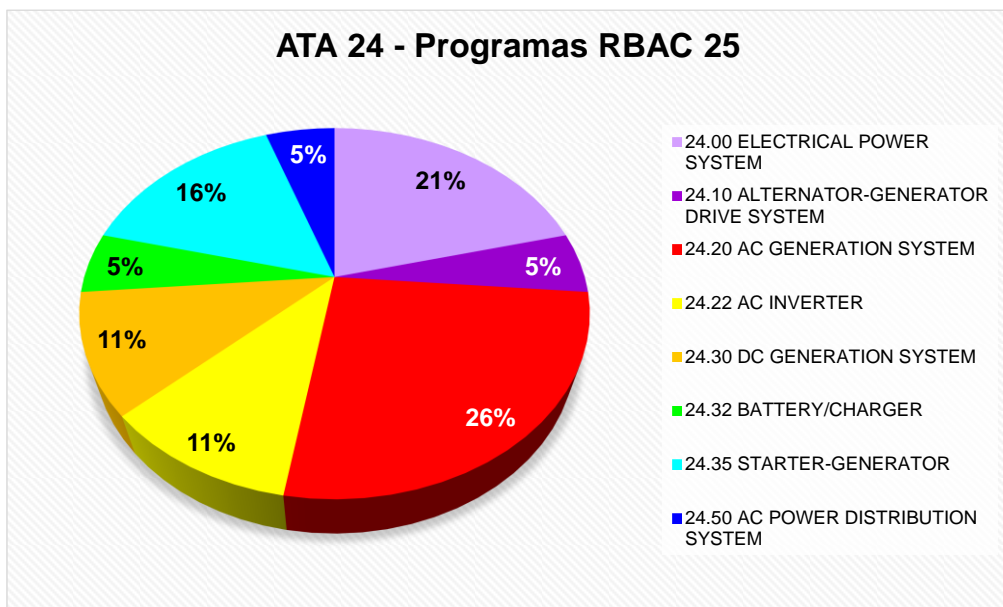


Figura 10– Ocorrências ATA 24 (ANAC, 2023a).

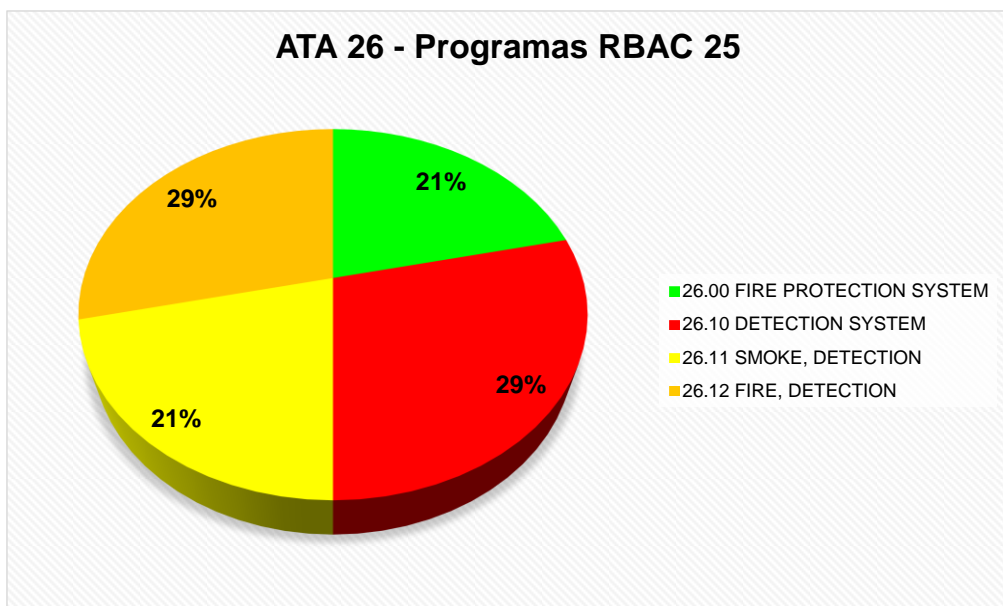


Figura 11 – Ocorrências ATA 26 (ANAC, 2023a).

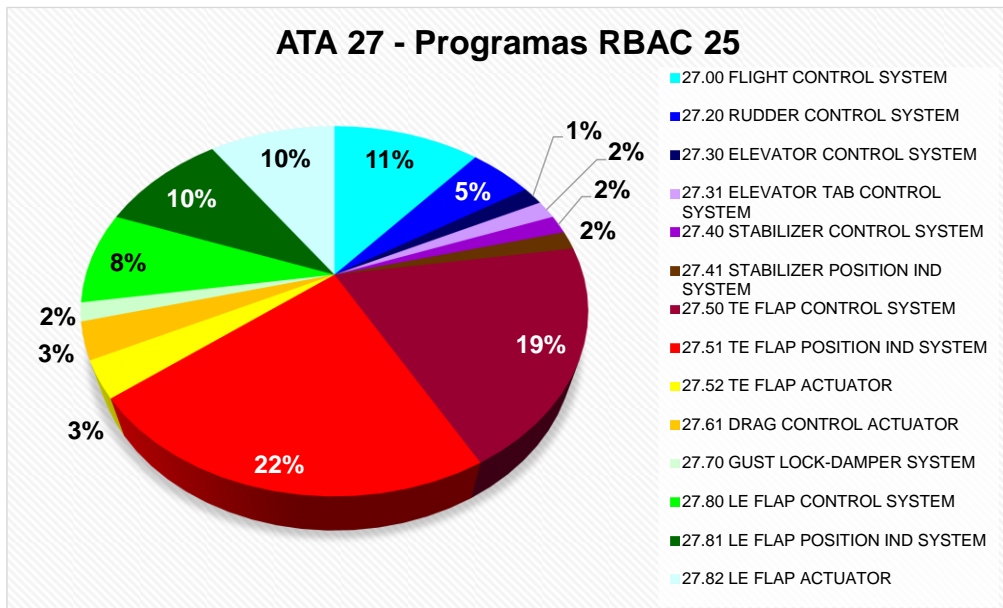


Figura 12 – Ocorrências ATA 27 (ANAC, 2023a).

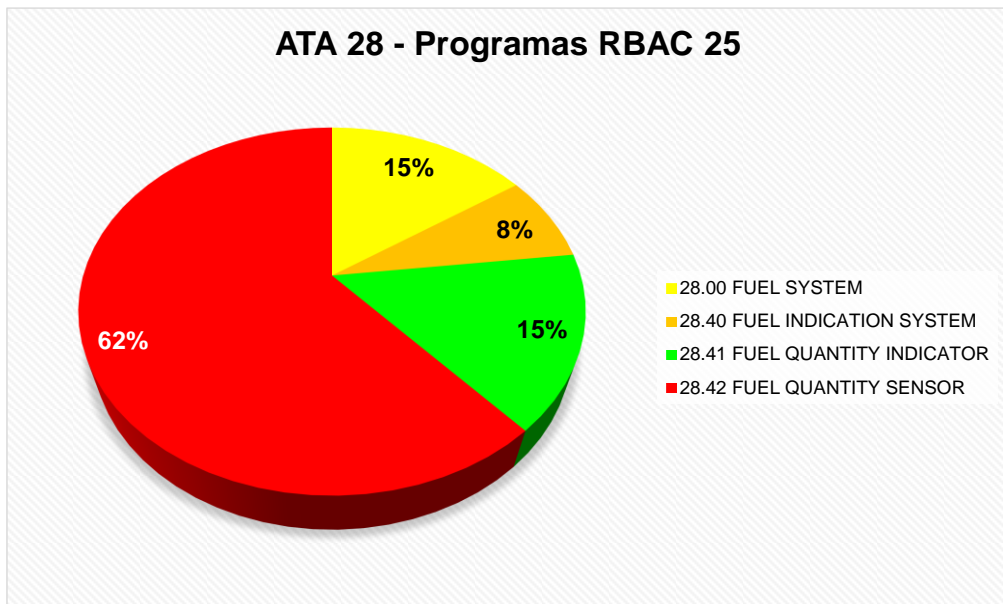


Figura 13– Ocorrências ATA 28 (ANAC, 2023a).

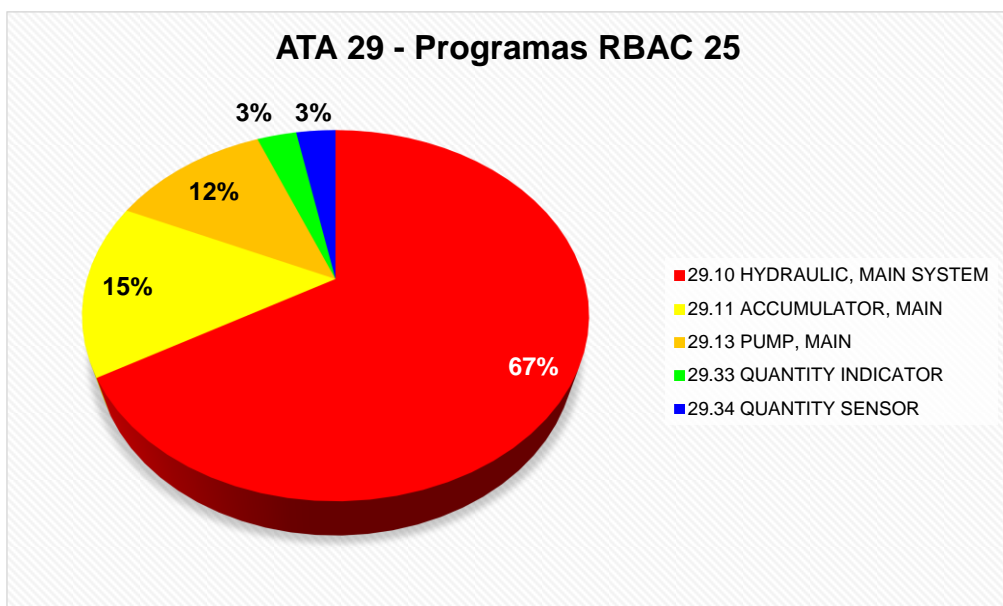


Figura 14– Ocorrências ATA 29 (ANAC,2023a).

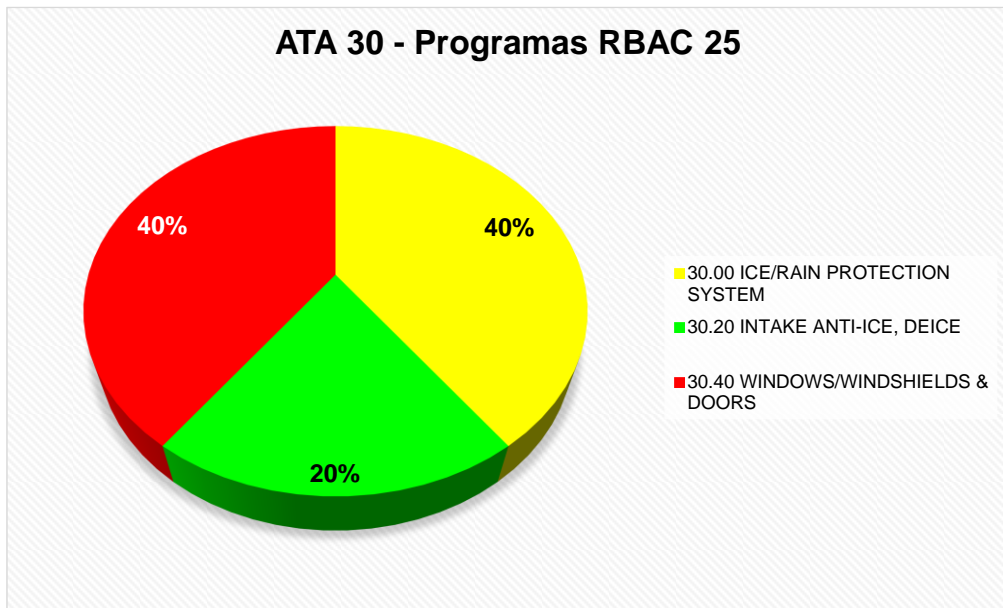


Figura15 – Ocorrências ATA 30 (ANAC, 2023a).

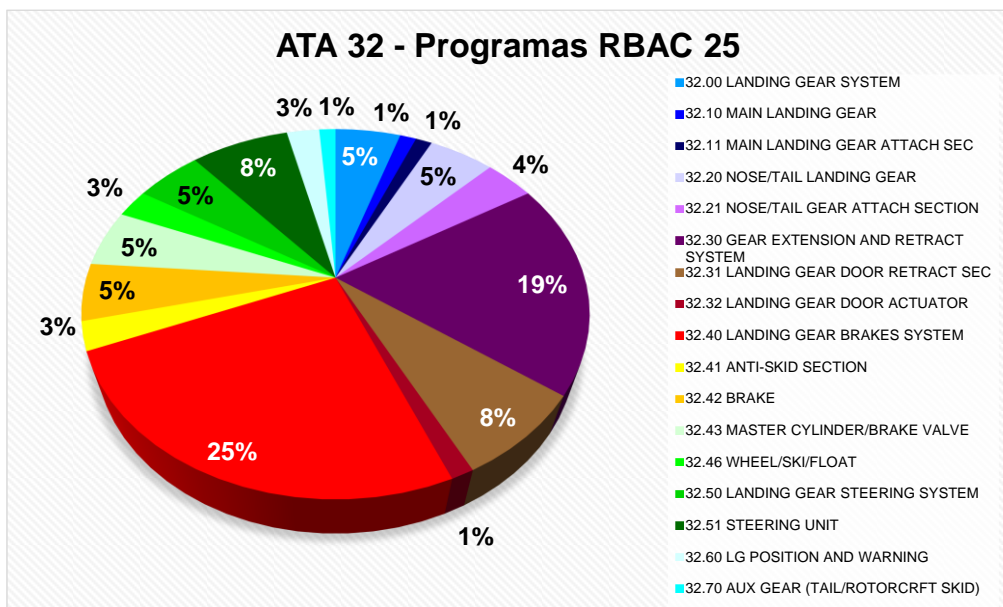


Figura 16– Ocorrências ATA 32 (ANAC, 2023a).

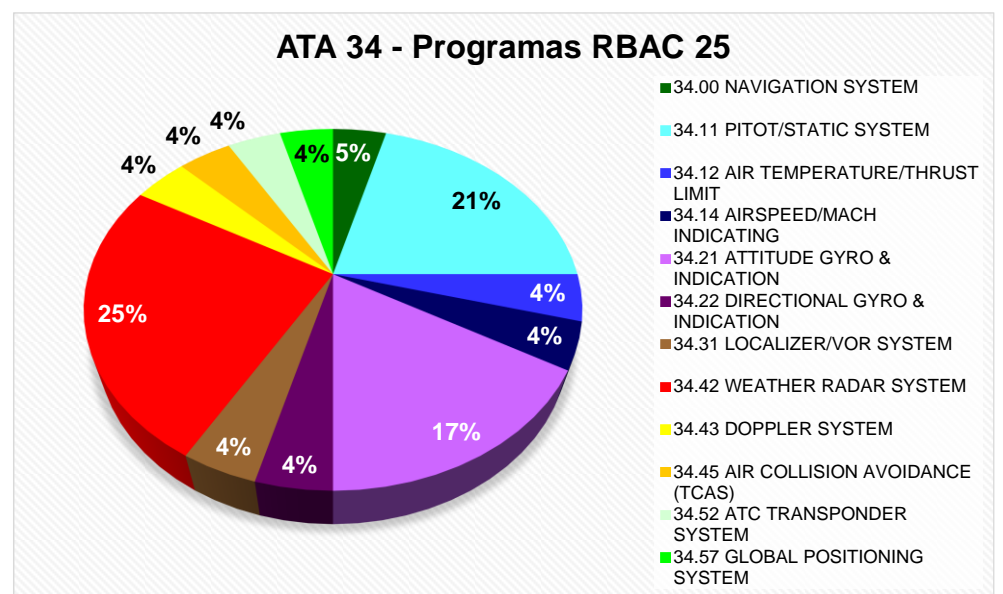


Figura 17– Ocorrências ATA 34 (ANAC, 2023a).

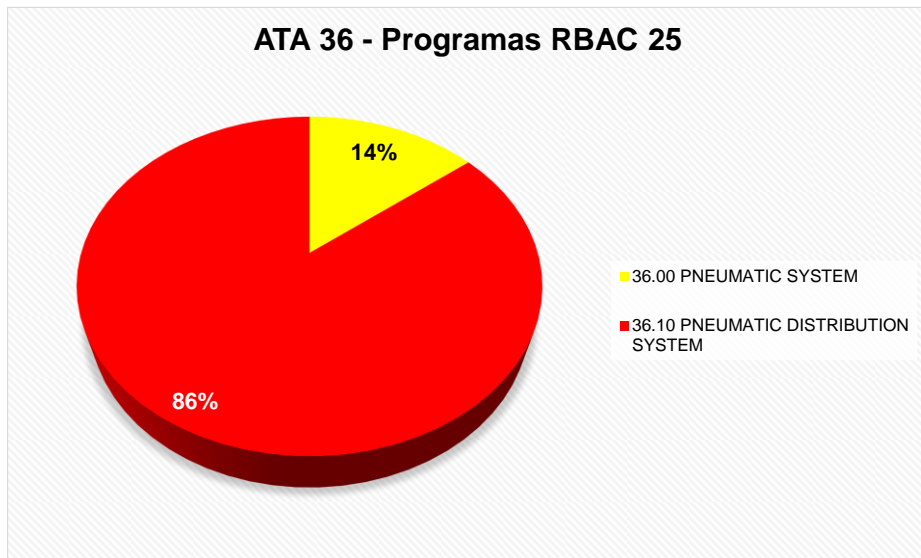


Figura 18 – Ocorrências ATA 36 (ANAC, 2023a).

5.2 Estrutura – ATA 50 a 59

A seguir são apresentados (Figuras 19 e 20) os eventos relativos aos itens estruturais das aeronaves. Novamente, apresentam-se as ATAs com maior relevância.

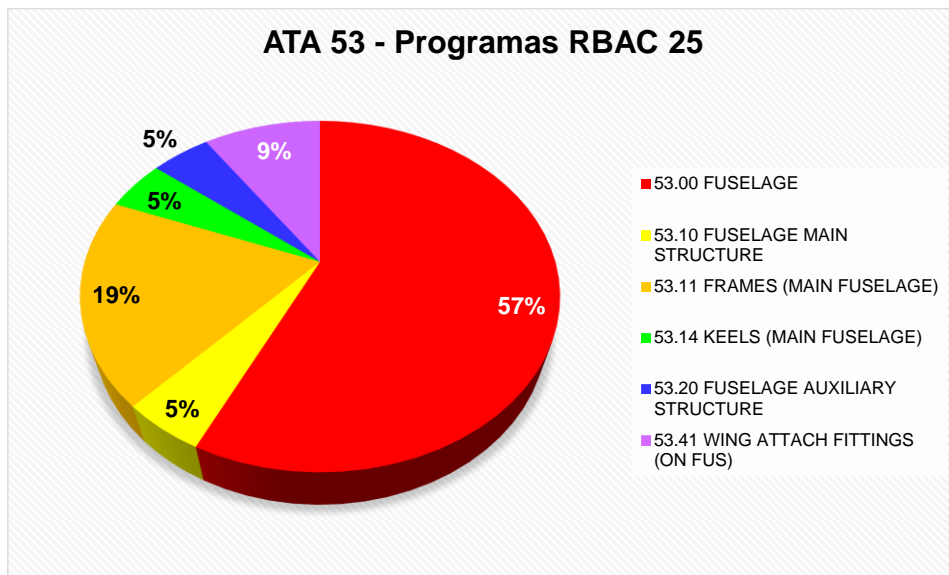


Figura 19 – Ocorrências ATA 53 (ANAC, 2023a).

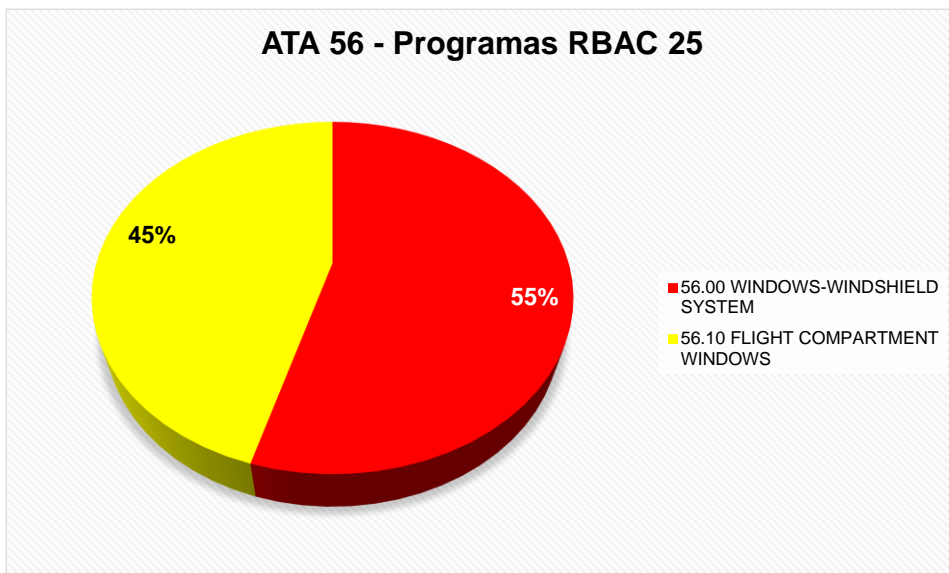


Figura 20 – Ocorrências ATA 56 (ANAC, 2023a).

5.3 Grupo motopropulsor – ATA 71 a 84

A seguir são apresentados (Figuras 21 a 23) os eventos relativos à unidade de potência completa, que desenvolve tração/potência por meio da exaustão dos gases ou através de hélices. Observa-se que a análise segue o mesmo padrão anterior, ou seja, somente evidenciar as maiores contribuições.

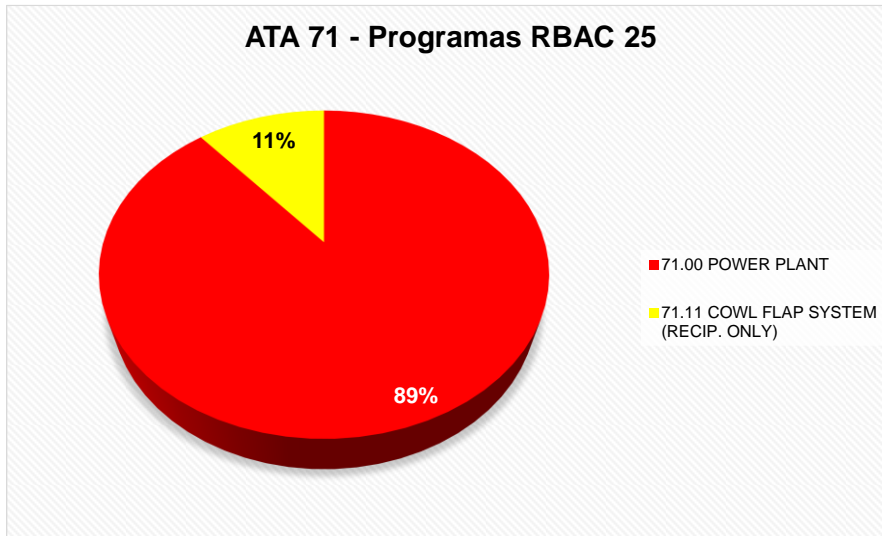


Figura 21 – Ocorrências ATA 71 (ANAC, 2023a).

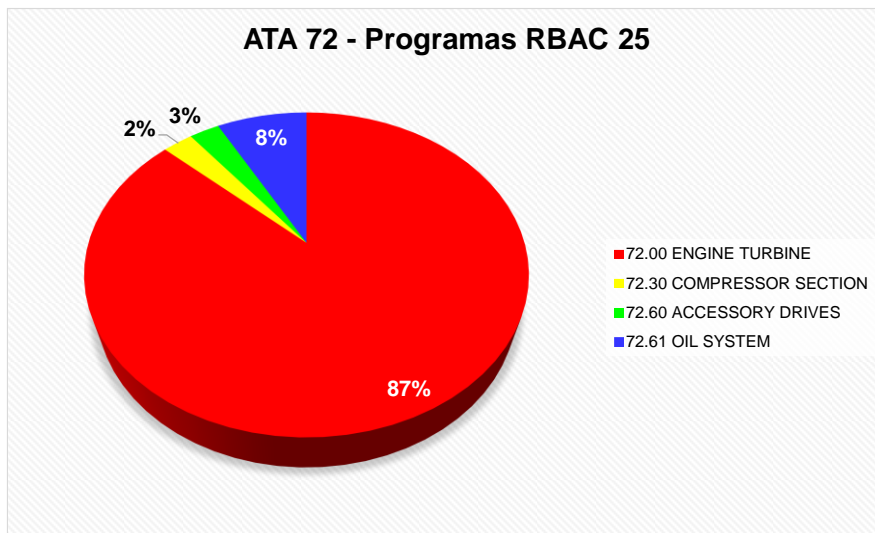


Figura 22 – Ocorrências ATA 72(ANAC, 2023a).

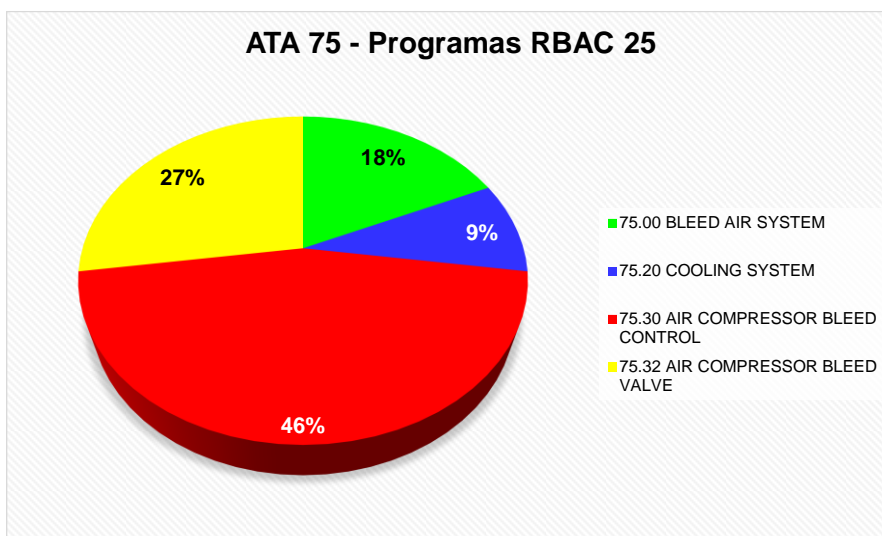


Figura 23 – Ocorrências ATA 75(ANAC, 2023a).

6 RELATÓRIOS CLASSIFICADOS DE ACORDO COM A CERTIFICAÇÃO DO PRODUTO

A seguir são apresentados dados relativos às ocorrências incidentes sobre alguns fabricantes de produtos aeronáuticos. Apresentam-se os dados absolutos de cada programa conforme pode ser visto na Figura 24a, assim como o comparativo percentual relativo às certificações das aeronaves, que é mostrado na Figura 24b.

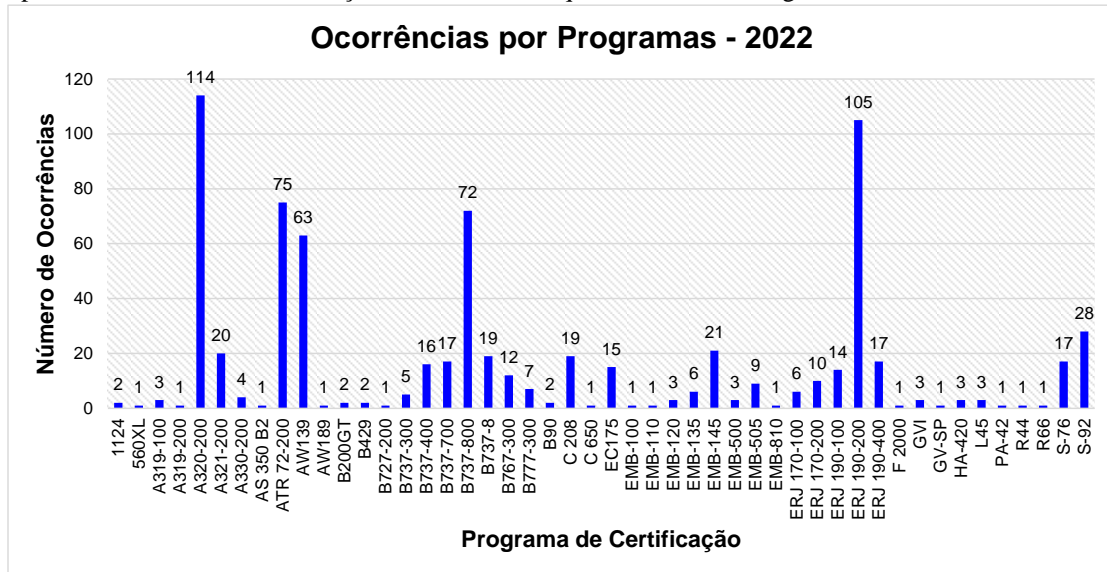


Figura 24a – Incidência absoluta das ocorrências recebidas sobre cada programa (ANAC, 2023a).



Figura 24b – Incidência absoluta das ocorrências recebidas sobre cada programa (ANAC, 2023a).

Em seguida, pode ser vista a incidência relativa aos programas de acordo com a sua certificação, isto é, para aeronaves certificadas segundo os requisitos do RBAC 23, RBAC 25 e RBAC 29, respectivamente (Figuras 25 a 27).

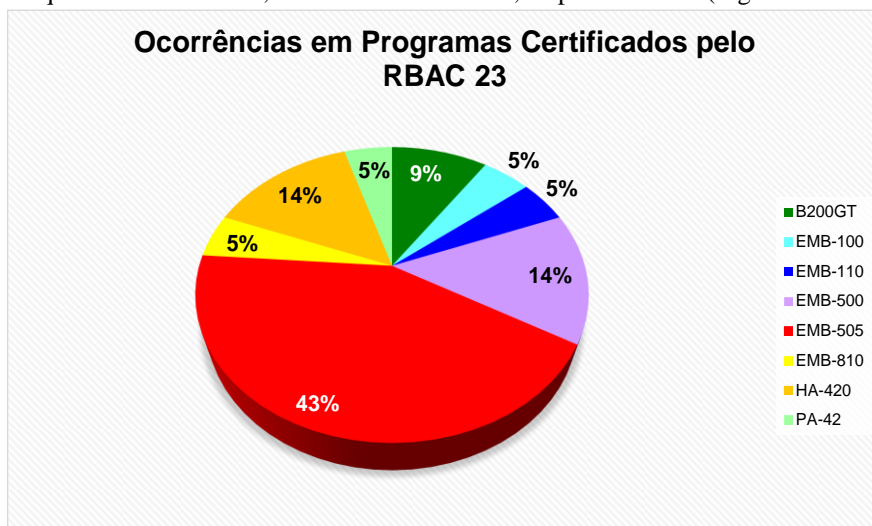


Figura 25 – Incidência relativa sobre os programas certificados de acordo com o CAR 4b e o RBAC 23 (ANAC, 2023a).

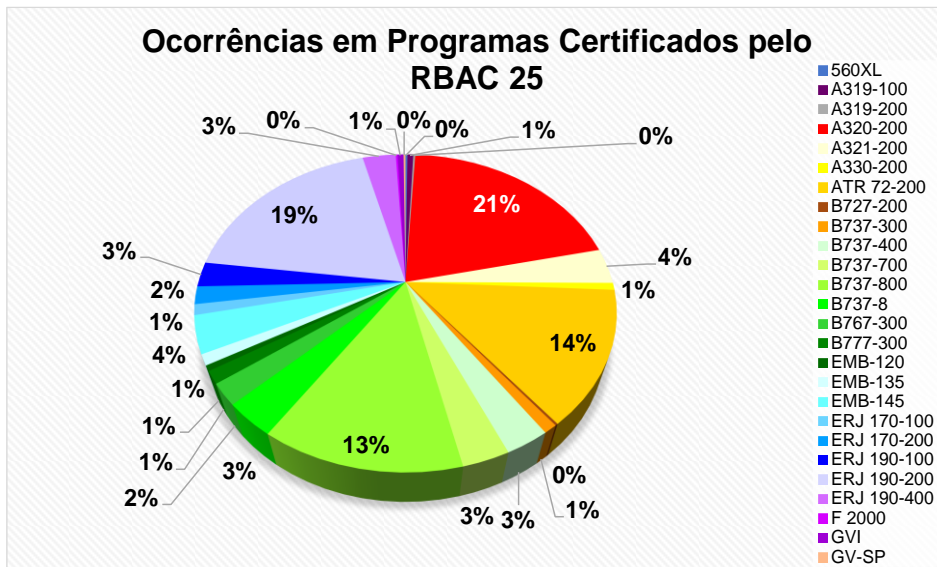


Figura 26 – Incidência relativa sobre os programas certificados de acordo com o RBAC 25 (ANAC, 2023a).

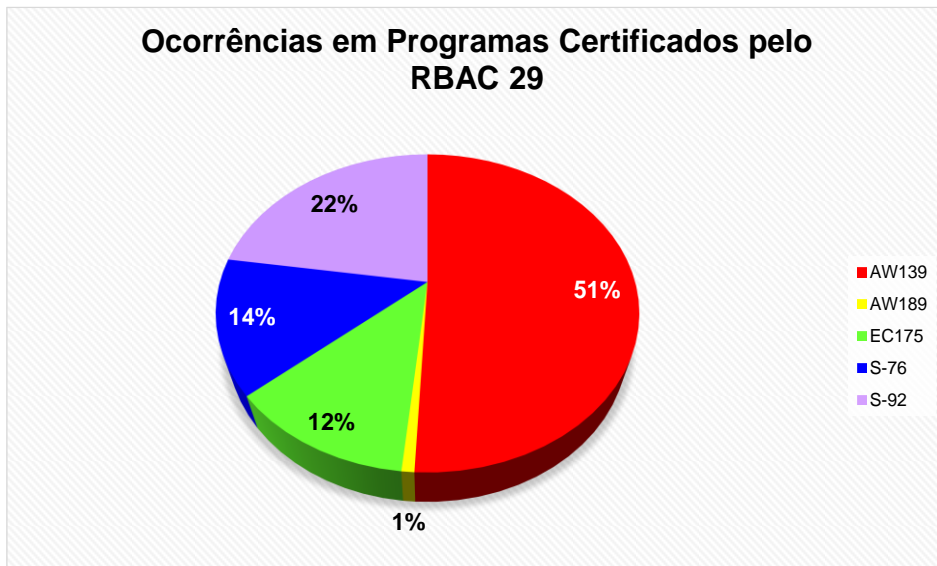


Figura 27 – Incidência relativa sobre os programas certificados de acordo com o RBAC 29 (ANAC, 2023a).

Para as aeronaves dos fabricantes Airbus, Boeing e Embraer, certificadas pelo RBAC 25, são mostradas as contribuições de cada programa nos relatórios recebidos (Figuras 28 a 30).

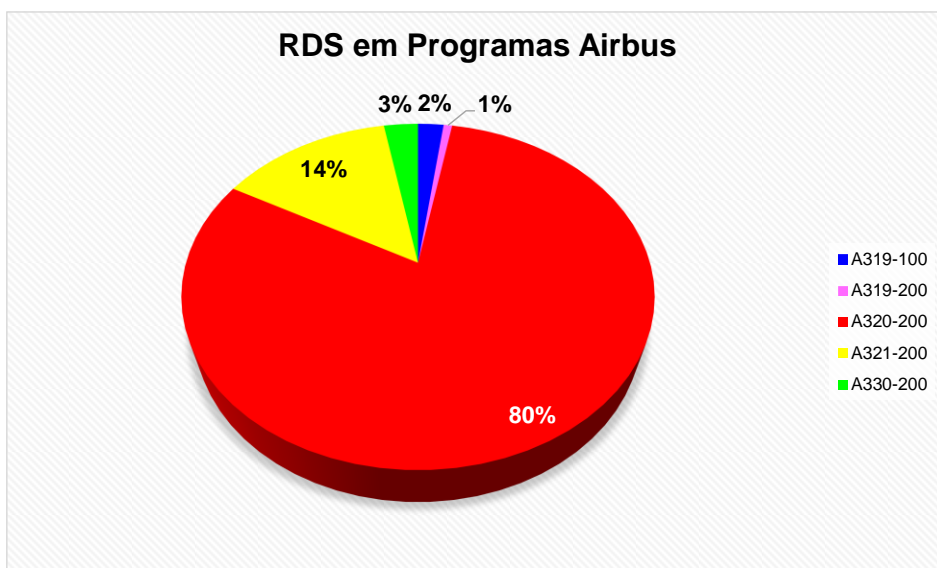


Figura 28 – Incidência de cada programa para aeronaves Airbus (ANAC, 2023a).

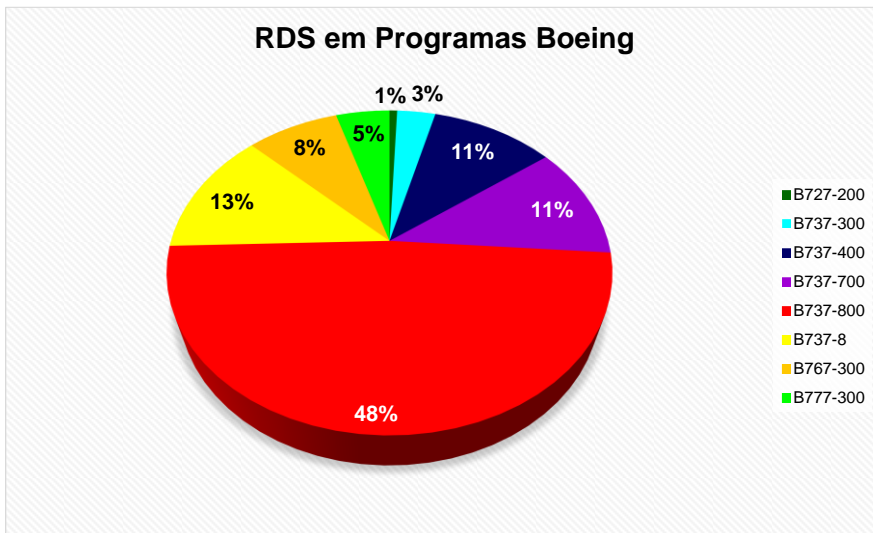


Figura 29 – Incidência de cada programa para aeronaves Boeing (ANAC, 2023a).

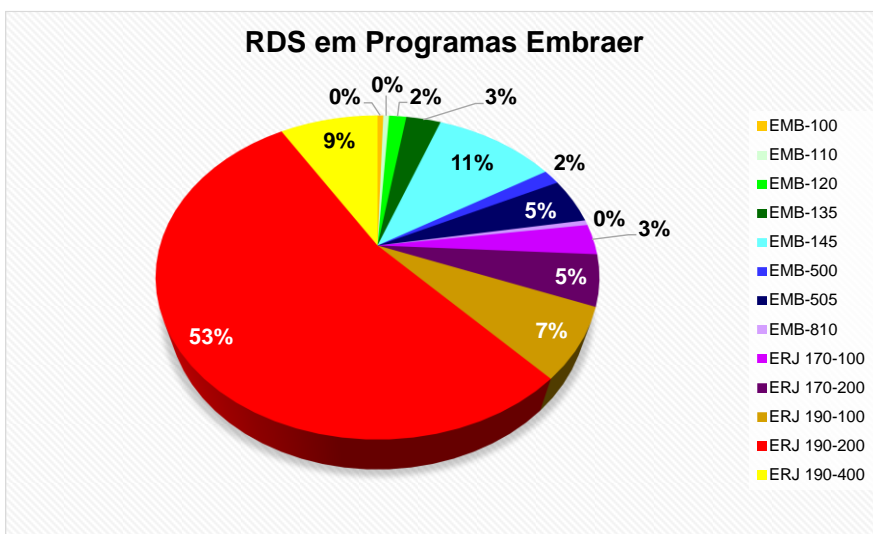


Figura 30 – Incidência de cada programa para aeronaves Embraer (ANAC, 2023a).

6.1 Ocorrências em alguns programas

Por fim, são apresentados os dados relativos às ocorrências associadas a alguns programas de aeronaves categoria transporte, em especial, as aeronaves Airbus (Figuras 31e32), ATR (Figura33), Boeing (Figuras 34 a 37) e Embraer (Figuras 38 a 42).

6.1.1 Programa Airbus A320-200

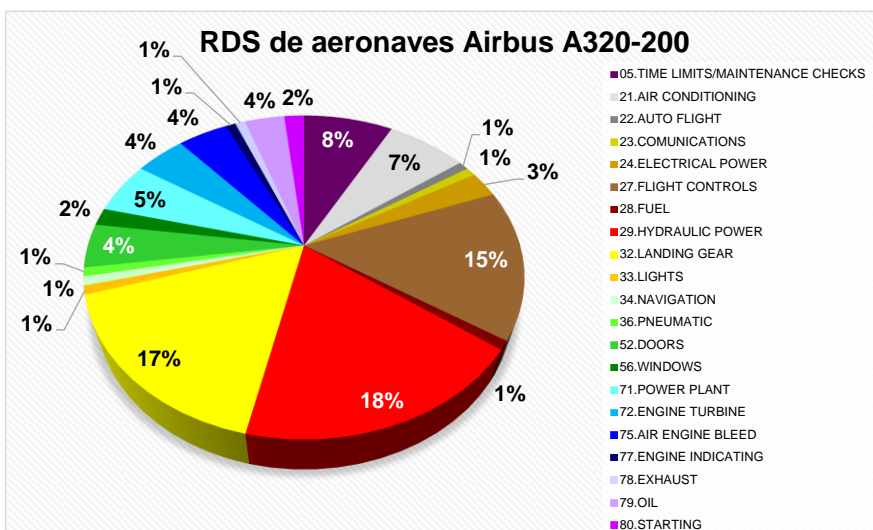


Figura 31 – Ocorrências no programa Airbus A320-200 (ANAC, 2023a).

6.1.2 Programa Airbus A321-200

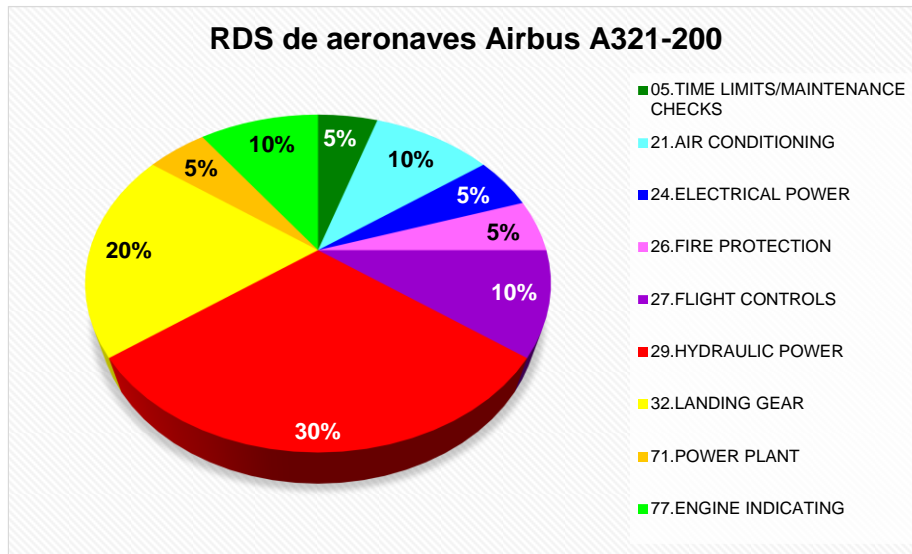


Figura 32 – Ocorrências no programa Airbus A321-200(ANAC, 2023a).

6.1.3 Programa ATR 72-200

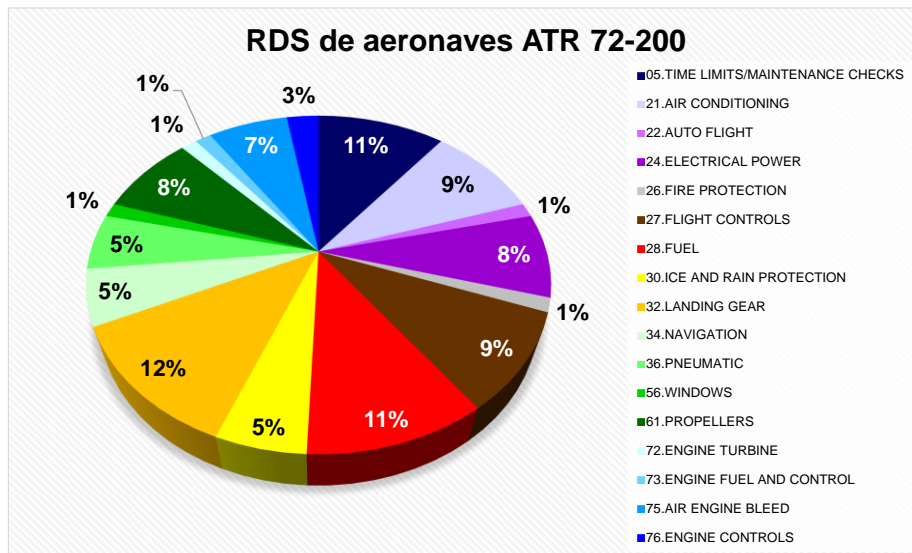


Figura 33 – Ocorrências no programa ATR 72-200 (ANAC, 2023a).

6.1.4 Programa Boeing 737-400

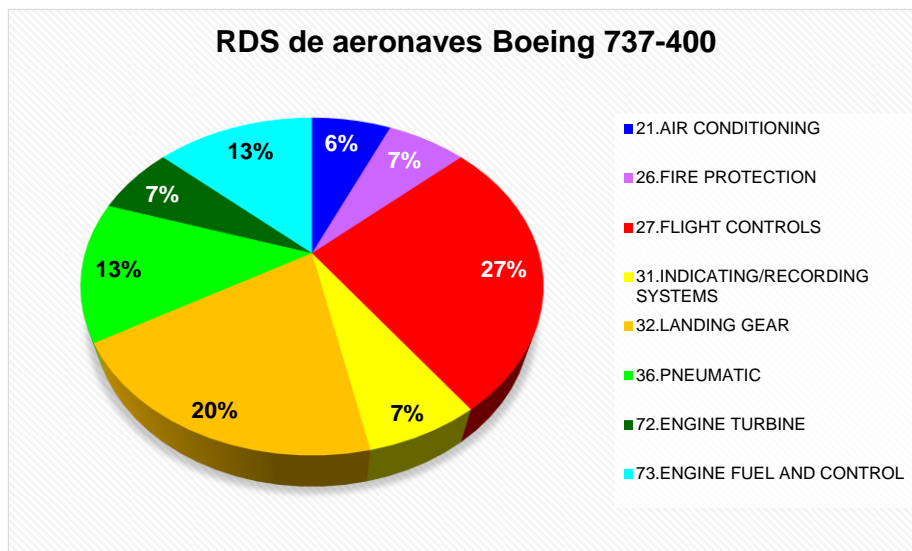


Figura 34 – Ocorrências no programa Boeing 737-400 (ANAC, 2023a).

6.1.5 Programa Boeing 737-700

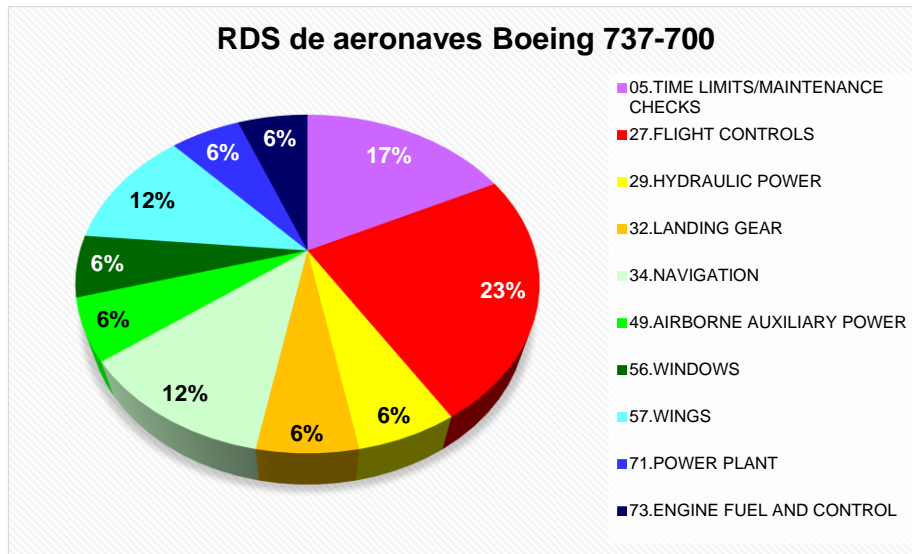


Figura 35 – Ocorrências no programa Boeing 737-700 (ANAC, 2023a).

6.1.6 Programa Boeing 737-800

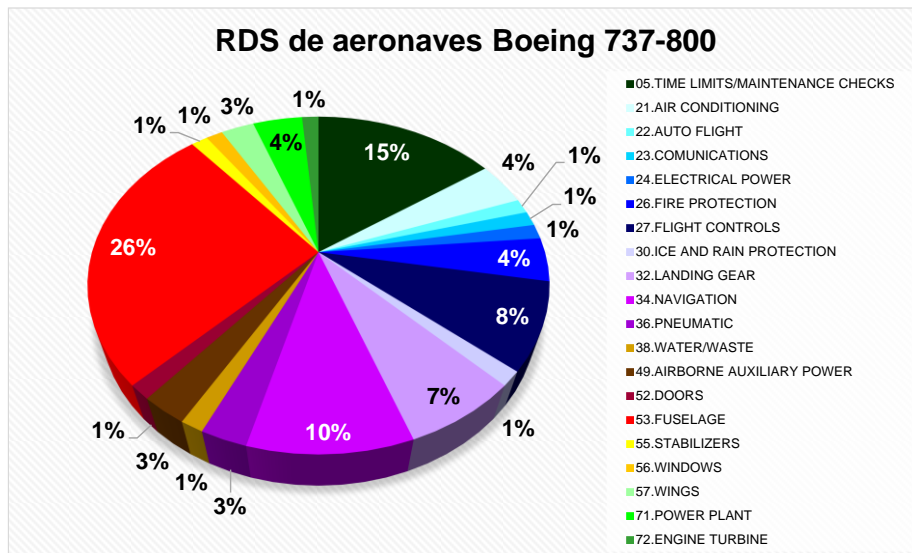


Figura 36 – Ocorrências no programa Boeing 737-800 (ANAC, 2023a)

6.1.7 Programa Boeing 737-8

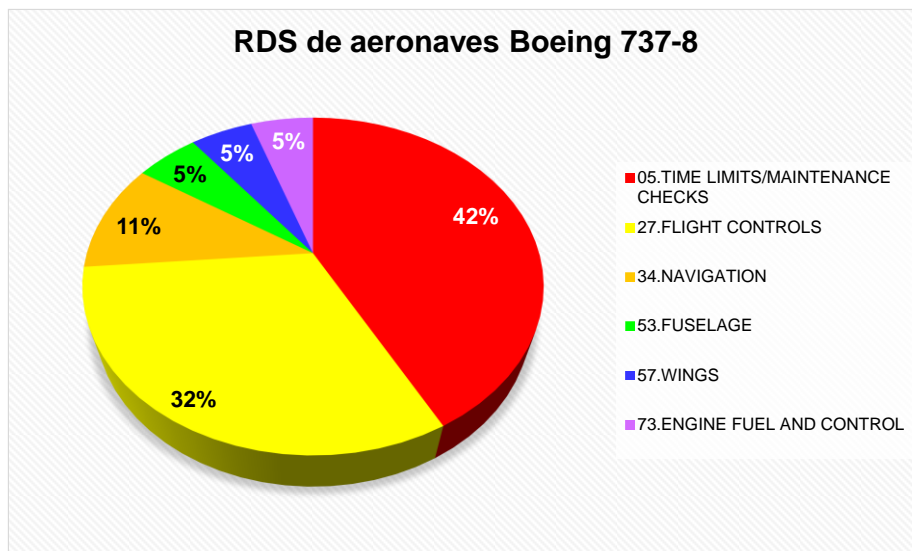


Figura 37 – Ocorrências no programa Boeing 737-8 (ANAC, 2023a)

6.1.8 Programa Embraer EMB 145

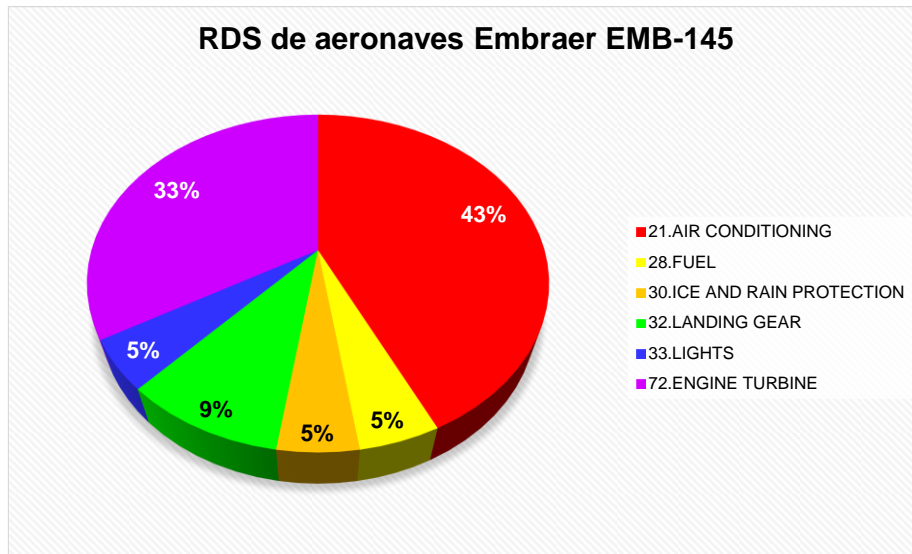


Figura 38 – Ocorrências no programa Embraer EMB 145(ANAC, 2023a)

6.1.9 Programa ERJ 170-200

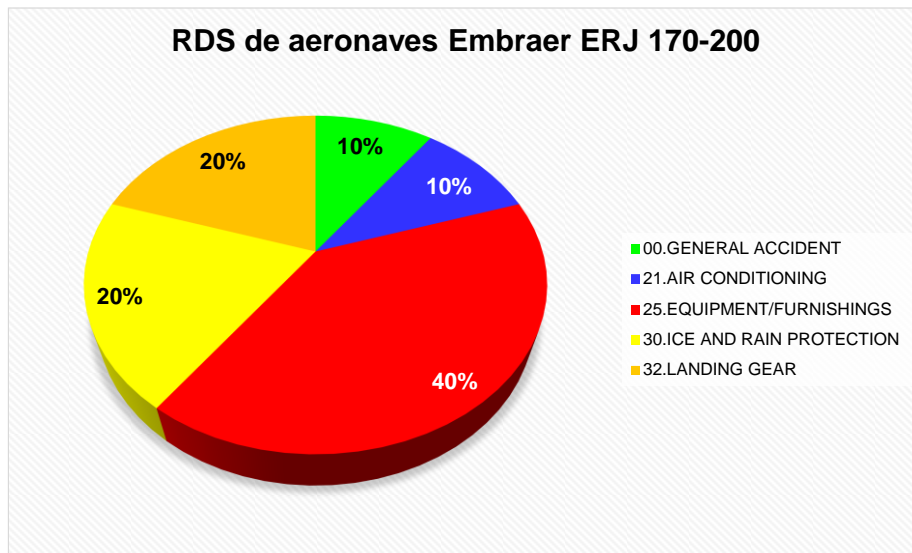


Figura 39 – Ocorrências no programa Embraer ERJ 170-200 (ANAC, 2023a)

6.1.10 Programa ERJ 190-100

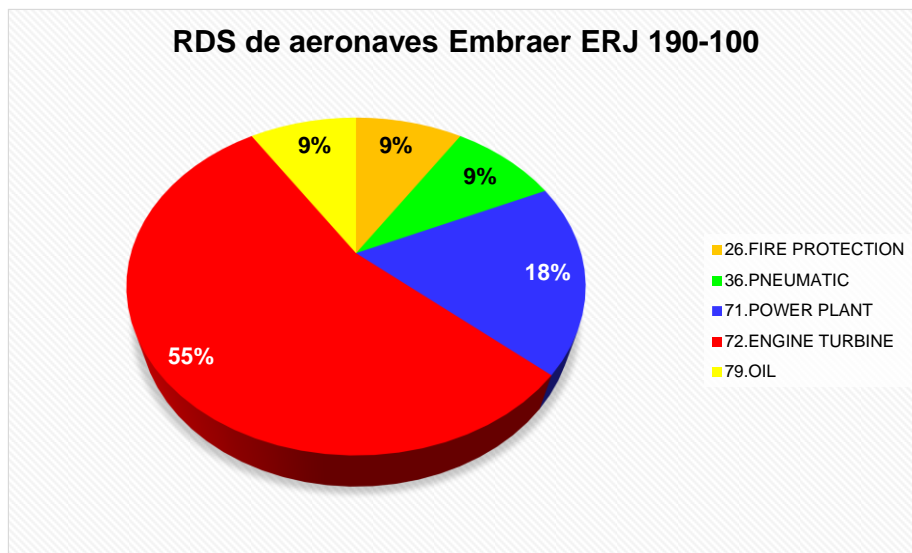


Figura 40 – Ocorrências no programa Embraer ERJ 190-100 (ANAC, 2023a)

6.1.11 Programa ERJ 190-200

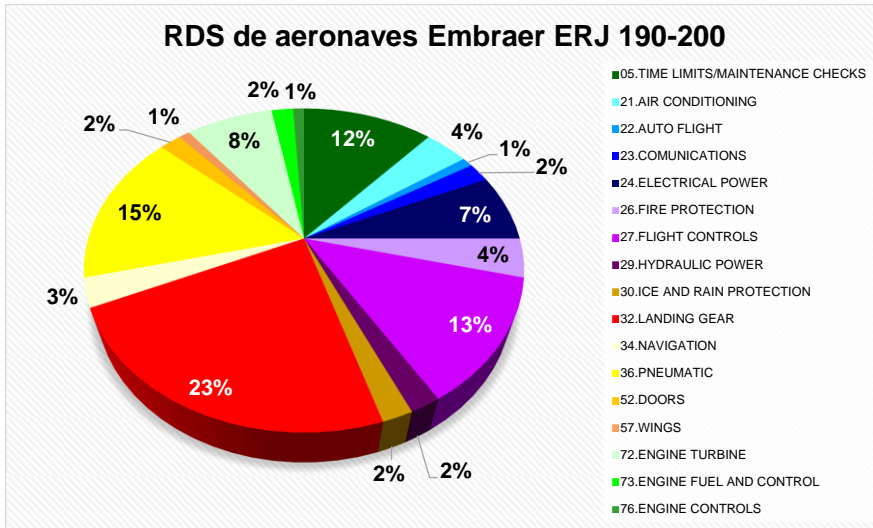


Figura 41 – Ocorrências no programa Embraer ERJ 190-200 (ANAC, 2023a).

6.1.12 Programa ERJ 190-400

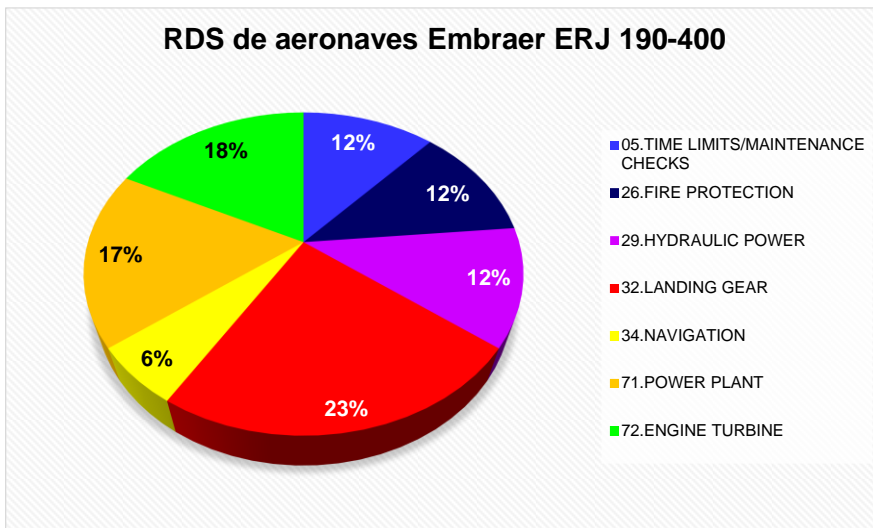


Figura 42 – Ocorrências no programa Embraer ERJ 190-400 (ANAC, 2023a).

De forma análoga, são apresentados alguns dados para as aeronaves de asas rotativas certificadas na categoria transporte, em particular, as aeronaves Leonardo (Figuras 43) e as aeronaves Sikorsky (Figuras 44 a 45).

6.1.13 Programa Leonardo AW 139

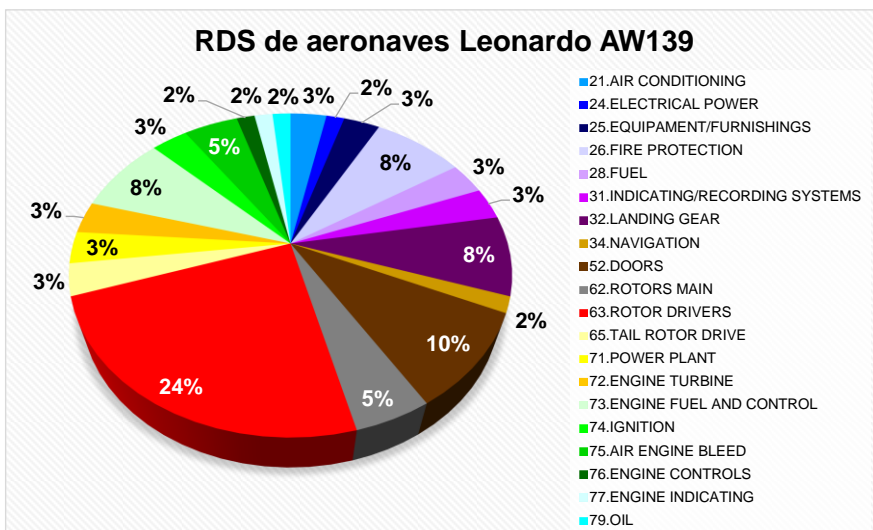


Figura 43 – Ocorrências no programa Leonardo AW 139 (ANAC, 2023a).

6.1.14 Programa Sikorsky S-76

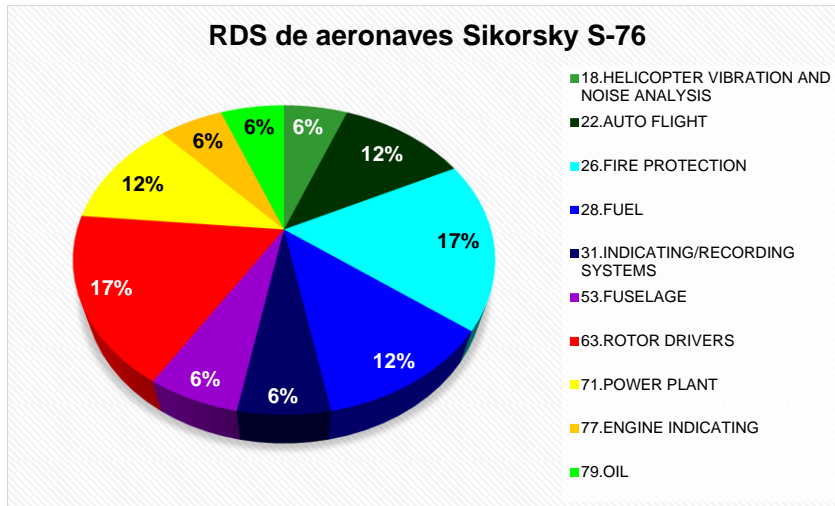


Figura 44 – Ocorrências no programa Sikorsky S-76 (ANAC, 2023a).

6.1.15 Programa Sikorsky S-92

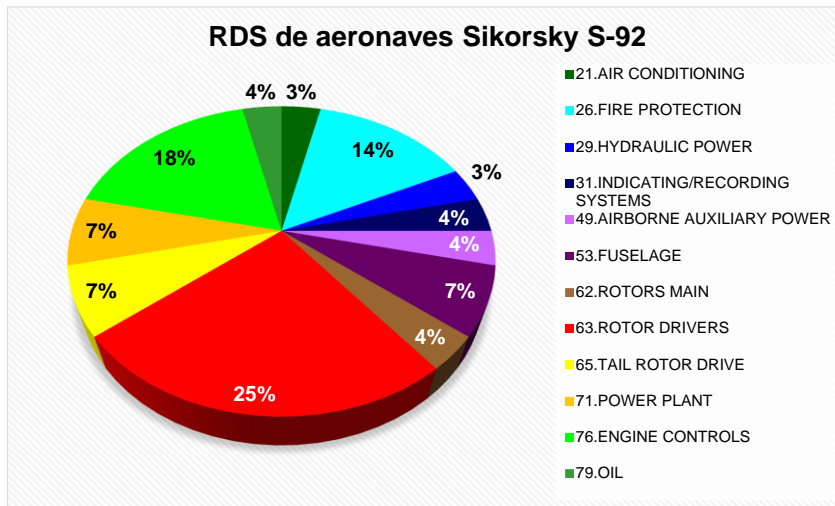


Figura 45 – Ocorrências no programa Sikorsky S-92 (ANAC, 2023a).

7 COMPOSIÇÃO E EVOLUÇÃO DA FROTA DE AERONAVES

A Figura 46 ilustra a evolução da frota brasileira de aeronaves que integram as empresas aéreas regidas pelo RBAC 121 e pelo RBAC 135 e também o total de relatórios de dificuldades em serviço recebidos pela ANAC de 2017 até 2022. De acordo com os dados do Registro Aeronáutico Brasileiro (RAB), para uma frota atual de 15267 aeronaves registradas e aeronavegáveis, em dezembro de 2022, havia 502 aeronaves de Transporte Aéreo Público Regular (TPR) e 631 aeronaves de Transporte Aéreo Público Não Regular (TPX) aeronavegáveis.

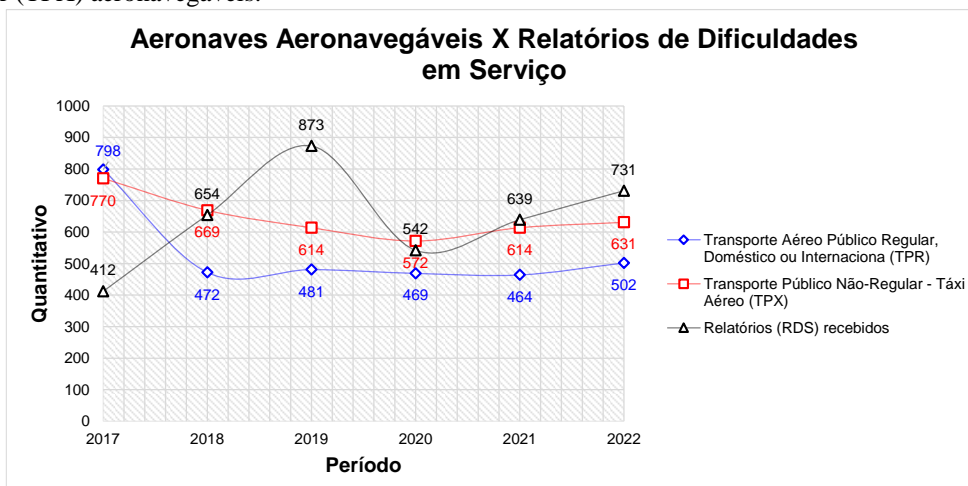


Figura 46 – Evolução da frota brasileira de aeronaves (ANAC, 2023b) comparado com os relatórios recebidos (ANAC, 2023a).

Adicionalmente, de acordo com os dados da ANAC, há 615 organizações de manutenção de produto aeronáutico certificadas pelo RBAC 145, com bases no Brasil, e 152 com bases no exterior, que totalizam 767 organizações com certificados válidos (ANAC, 2023c).

8 CONCLUSÕES

Embora tenha havido um discreto aumento no número de relatórios de dificuldades em serviço recebidos de organizações certificadas pelo RBAC 145 e considerando-se a quantidade destas organizações de manutenção de produto aeronáutico certificadas pela ANAC e seu volume de operações, ainda são recebidos poucos dados destas organizações.

Novamente, em 2022, houve predominância dos relatórios recebidos de empresas aéreas regidas pelo RBAC 121, embora, pelas composições de frotas aqui descrita, haja um pouco mais que o dobro de aeronaves registradas ou operando sob o RBAC 135, ainda que existam 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 indicam 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, os quais, 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

A Agência Nacional de Aviação Civil.

REFERÊNCIAS

- Agência Nacional de Aviação Civil [ANAC]. **Sistema Integrado de Informações da Aviação Civil**. Disponível em: <https://sistemas.anac.gov.br/saci/>. Acesso em 12 de março de 2023a.
- Agência Nacional de Aviação Civil [ANAC]. **Aeronaves**. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/dados-e-estatisticas/aeronaves>. Acesso em 12 de março de 2023b.
- Agência Nacional de Aviação Civil [ANAC]. **Superintendência de aeronavegabilidade – SAR**. Disponível em: <https://sistemas.anac.gov.br/certificacao/AvGeral/AIR145Processos.asp>. Acesso em 12 de março de 2023c.
- Agência Nacional de Aviação Civil [ANAC]. **Certificação de Produto Aeronáutico. RBAC21**, Emd. 08, 2021a.
- Agência Nacional de Aviação Civil [ANAC]. **Requisitos operacionais: operações domésticas, de bandeira e suplementares. RBAC 121**, Emd. 14, 2021b.
- Agência Nacional de Aviação Civil [ANAC]. **Requisitos Operacionais: operações complementares e por demanda. RBAC 135**, Emd. 11, 2021c.
- Agência Nacional de Aviação Civil [ANAC]. **Organizações de Manutenção de Produto Aeronáutico. RBAC 145**, Emd. 07, 2021d.
- Agência Nacional de Aviação Civil [ANAC]. **Sistema de Dificuldades em Serviço. IS N° 00-001**, Revisão B, 2018.
- The 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.
- International Civil Aviation Organization [ICAO]. **Airworthiness (Annex 8)**. Montreal: ICAO, 2010b.
- Possi, R.J., **Dificuldades em Serviço na Aviação Civil Brasileira – Panorama de 2015**, Conexão SIPAER, 2016.
- Possi, R.J., **Dificuldades em Serviço na Aviação Civil Brasileira – Panorama de 2016**, Conexão SIPAER, 2017.
- Possi, R.J., **Dificuldades em Serviço na Aviação Civil Brasileira – Panorama de 2017**, Conexão SIPAER, 2018.
- Possi, R.J., **Dificuldades em Serviço na Aviação Civil Brasileira – Panorama de 2018**, Conexão SIPAER, 2019.
- Possi, R.J., **Dificuldades em Serviço na Aviação Civil Brasileira – Panorama de 2021**, Conexão SIPAER, 2022.

Risco aviário no aeródromo de Ponta Pelada (SBMN)

Diogo Pinheiro Albuquerque^{1,2,3}

1 Diogo Pinheiro Albuquerque – Maj Av

2 Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica

2 diogodpa@fab.mil.br

RESUMO: A necessidade de abordagem sistemática do risco de colisão com fauna é assunto atual e de relevante significado. Referindo-se ao modal aéreo, sabe-se dos elevados custos envolvidos nas manutenções, treinamentos, aquisição de peças e suprimentos. Uma colisão com urubu, por exemplo, é capaz de danificar e comprometer, significativamente, importantes estruturas das aeronaves. Mitigar colisões favorece a segurança das operações aéreas trazendo economia de recursos para a Força Aérea Brasileira (FAB). Nesta nota, opta-se por estudar a problemática utilizando o aeródromo militar de Manaus (SBMN) como foco, dado que a Organização Militar (OM) abriga quatro unidades aéreas, que realizam inúmeros voos de treinamento operacionais, movimentações estas que ocorrem em altitudes similares às de maior incidência de urubus: do nível do solo até 500ft sobre o solo (AGL). E tal ave, no Brasil é a que, historicamente oferece maior risco nas operações, por ser um pássaro de grande porte e de maior incidência devido aos lixões a céu aberto, existentes, inclusive, na região estudada. O primeiro argumento é focar as ações para mitigar a presença de urubus em detrimento de outras espécies. O segundo é eliminar estímulos atrativos nas proximidades do aeroporto. Conclui-se que, para elevar a operacionalidade dos tripulantes, preservar as aeronaves da FAB, economizar recursos e salvaguardar vidas, é de vital importância modificar o *habitat*, reduzindo a disponibilidade de alimentos, por meio da coleta e tratamento adequado do lixo.

Palavras Chave: 1. Urubus. 2. Risco Aviário. 3. Foco Atrativo. 4. Colisão. 5. Lixo.

Aviary risk at Ponta Pelada aerodrome (SBMN)

ABSTRACT: The demand for a systematic approach to the risk of collisions with wildlife is a current issue of relevant priority. Referring to the air modal, we know the high costs involved in maintenance, training, acquisition of parts and supplies. A collision with a vulture, for example, is capable of significantly damaging to aircraft structures. Mitigating collisions furthers the safety of air operations, providing resources savings for the Brazilian Air Force. In this note, we chose as a study case Manaus military aerodrome (SBMN) that houses four air units, which carry out numerous operational training flights flying at altitudes with the highest incidence of vultures - from ground level up to 500ft. This kind of bird, in Brazil, is the one that historically poses the greatest risk in operations, as it is a large bird and for its high population, for there is a lot of open dumps areas. The first argument is to focus on actions to mitigate the presence of vultures to the detriment of other species. The second one is to eliminate attractive stimuli around the airdrome. Concluding, to increase the operability of crew members, preserve Air Force aircrafts, save resources and safeguard lives, it is strongly recommended to modify the vulture habitat by reducing the availability of food through and provide the adequate treatment of waste.

Key words: 1. Vultures. 2. Avian Risk. 3. Attractive Focus. 4. Collision. 5. Litter.

Citação: Albuquerque, DPA. (2023) Risco aviário no aeródromo de Ponta Pelada (SBMN). *Revista Conexão Sipaer*, Vol. 13, N° 2, pp. 107-110.

1 INTRODUÇÃO

A necessidade de abordagem sistemática, do risco de colisão com fauna, é assunto atual e de relevante significado, principalmente com aves, haja vista que de 2006 até os dias atuais, o Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA) registrou milhares de colisões entre aves aeronaves, gerando prejuízo aos operadores.

Quando se fala do modal aéreo, sabe-se dos elevados custos envolvidos em sua operação, no geral. Uma colisão com urubu, por exemplo, é capaz de danificar e comprometer importantes estruturas das aeronaves, tais como motores, antenas, radar, trem de pouso, pára-brisas e outras, causando prejuízos com cifras milionárias e até mesmo, a destruição completa do vetor, com a possibilidade, inclusive, de perda de vidas humanas. Trata-se, ainda, de uma problemática da aviação em todo o mundo, sendo estimado, o custo com colisões, ser da ordem de US\$3 bilhões/ano (BRASIL, 2017).

O aeródromo militar de Ponta Pelada (SBMN), local de estudo, possui elevado quantitativo de movimentação aérea, pois abriga quatro unidades que realizam inúmeros voos de treinamento e operacionais à baixa altitude, conflitando com o nível de voo usual dos urubus.

O crescimento dos centros urbanos tem favorecido o surgimento de focos atrativos para fauna, principalmente alimentos (lixo orgânico). Desta forma, os urubus estão mais concentrados nos locais com maior oferta de alimentos.

Tendo-se em vista os elevados custos das colisões e a atração de aves para os locais com ofertas de alimentos, a tese apresentada é: Focos atrativos aumentam a concentração de urubus nas proximidades de SBMN.

Ressalta-se que o urubu é a ave que oferece maior risco nas operações em SBMN, pois é um pássaro de grande porte e que possui maior incidência na região. Então, como primeiro argumento, destaca-se a importância de focar as ações para mitigar a presença de urubus em detrimento de outras espécies.

Como segundo argumento, destaca-se a importância de eliminar estímulos atrativos nas proximidades do aeródromo. Transferindo, deste modo, as aves a outras áreas, distantes do aeroporto.

2 DESENVOLVIMENTO

São avistados, diariamente, pelos tripulantes militares, dezenas de urubus nas proximidades do aeródromo de SBMN. Além disso, de 2007 até 2020 ocorreram 14 incidentes relacionados à colisão com aves em Ponta Pelada, conforme registros da Base Aérea de Manaus.

A maior concentração de colisões ocorre do solo até 500ft de altura (AGL), correspondente à área crítica para colisão com fauna, definida como prioritária para a redução da presença de fauna (BRASIL, 2017). Logo após a decolagem ou próximo ao pouso, as aeronaves estarão na altitude mais provável de colisão. Portanto, próximo dos aeroportos é maior o risco de colisão. Dada as peculiaridades do local, seguirão, no decorrer deste trabalho, duas propostas para a redução da probabilidade de colisão com fauna.

2.1 Mitigar a presença de urubus em SBMN

Cada tipo de pássaro possui características alimentares e comportamentais que necessitam de um estudo próprio para seu manejo e mitigação. Por exemplo, aves predadoras preferem locais livres de vegetação para caçar, outras espécies preferem vegetação densa para encontrar frutos ou sementes. Já os urubus, especificamente, se alimentam de material orgânico em decomposição, material este de difícil digestão para aves, no geral (BRASIL, 2017). Ainda, de acordo com Menq (2014),

Os urubus não passam mal quando comem carne em putrefação. Seu estômago secreta um suco gástrico que neutraliza as bactérias e toxinas presentes na carne podre. Além disso, acredita-se que os anticorpos de seu sistema imunológico fazem com que eles sejam imunes a doenças que atingiriam outros animais. Outra característica marcante dessas aves são a cabeça e o pescoço nus, que dificultam o acúmulo de restos alimentares nas penas durante a alimentação.

Apesar de existirem várias espécies de aves na localidade, o urubu merece destaque por se tratar da *espécie problema*. Espécie problema, no âmbito da gerência do risco de fauna, é definida por dois fatores: Incidência e massa corporal (BRASIL, 2017).

Ao se identificar as aves que transitavam pelo aeródromo de SBMN, dentre várias espécies, destacam-se duas: o urubu-de-cabeça-preta e o de urubu-de-cabeça-vermelha. Juntos, totalizaram 87,9% dos avistamentos (LIMA, 2015).

O urubu-de-cabeça-preta apresenta entre 56 centímetros e 66 centímetros de comprimento, podendo chegar a pesar 2 Kg (SANTOS, 2020). Tais dimensões propiciam condições suficientes para causar enormes estragos nas aeronaves, dado que, em uma colisão ocorrida com uma ave, a proporção do dano é uma função da velocidade da aeronave e da massa da ave (LIMA, 2015).

Uma vez que cada tipo de ave possui características fisiológicas e comportamentais diferenciadas, deve-se priorizar a mitigação daquela que se destaca pela incidência ou massa. No caso do urubu, ele se destaca em ambos os parâmetros.

2.2 Eliminar estímulos atrativos

Foco de atração significa qualquer atividade, estrutura ou área que sirva de foco ou concorram para a atração significativa de fauna, de acordo com o RBAC 164 (ANAC, 2014). Por se alimentarem de resíduos em decomposição, os urubus são bastante encontrados em cidades que apresentam problema de saneamento.

Resíduos sólidos orgânicos, gerados em centros urbanos, quando não bem gerenciados, representam as atividades humanas que oferecem alimentação em maior abundância para certas aves, principalmente os urubus (NETZEL, 2004).

Pelas características fisiológicas e alimentares dos urubus, bem como pelo crescimento da oferta de lixo orgânico, fica claro que essa população de aves vai continuar aumentando caso não sejam eliminados os focos atrativos no entorno do aeródromo.

Não é novidade que os urubus estão associados às questões da sujeira urbana. Tal fato já era citado nos jornais *Diário de Belém*, de 28 de fevereiro de 1871 e *Luz da Verdade*, de 23 de janeiro de 1873, em Belém-PA. Os referidos periódicos expõem o problema de higienização da cidade, onde as aves já se acumulavam devido à grande concentração de lixo.

Os urubus são os maiores beneficiados pela falta de qualidade na coleta de resíduos na área urbana, bem como do saneamento básico precário na cidade de Manaus (WEBBER, 2013). Nessa pesquisa, o autor procurou identificar os principais

focos atrativos na cidade de Manaus, concluindo que, para reduzir o risco de colisão com urubus, deve-se intensificar a limpeza próxima dos aeroportos.

A presença de favelas e de conjuntos habitacionais de população de baixa renda com precária infraestrutura de saneamento básico também contribuem para o quadro atual encontrado (NETZEL, 2004). Destaca-se, ainda, que todo o bairro onde está inserido o aeroporto de SBMN possui exatamente essas características apresentadas pelo autor.

Em relatório sobre SBMN, elaborado pelo SERIPA VII em 2011, identificou-se muito lixo acumulado nas proximidades dos mercados, feiras, lagoas e igarapés. Além disso, a população joga lixo a céu aberto nas ruas, gerando enorme oferta de alimento para os urubus. Dessa forma, percebe-se que a grande disponibilidade de alimentos no entorno de SBMN estimula a presença e proliferação dos urubus na região. As medidas de manejo para os urubus devem se concentrar nas estruturas que oferecem grande oferta de alimentos, ex: revitalização de igarapés (WEBBER, 2013).

Os pássaros precisam de comida, abrigo e água para sobreviver. Qualquer ação que reduza qualquer um destes elementos acarretará uma diminuição do número de aves no aeroporto (NETZEL, 2004). Em pesquisa semelhante, o autor conclui, ao estudar o aeroporto Tom Jobim, que modificar o ambiente, por meio da redução de focos atrativos, favorece a mudança de hábito das aves, deslocando-as para locais distantes do aeródromo.

Próximo dos aeroportos, os gestores devem atuar juntos com as autoridades locais para evitar atividades que venham a atrair aves (resolução CONAMA N° 004, de 09 de outubro de 1995). E, em média, a cada dia, 35 toneladas de lixo são retiradas dos igarapés de Manaus pelas equipes da Secretaria Municipal de Limpeza Urbana (Semulsp) (SEVERIANO, 2020).

A história registrada nos jornais, os autores supracitados e as legislações apresentadas comprovam que é necessário modificar o ambiente e eliminar focos atrativos, para conseguir reduzir a população de urubus nas proximidades dos aeroportos.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As ocorrências de colisão com pássaros e avistamentos estão aumentando com o passar dos anos, conforme registros da Base Aérea de Manaus e do CENIPA. Especificando a situação do aeródromo de SBMN, destaca-se que os urubus representam mais de 87,9% da fauna avistada. As características físicas dos urubus (grande massa) e sua incidência nas proximidades do aeródromo o tornam o maior potencial para causar danos mais severos nas aeronaves.

Os urubus estão se proliferando há séculos nas cidades onde não existe uma correta preocupação com o tratamento e descarte do lixo. O crescimento urbano desorganizado está favorecendo o surgimento e expansão dos focos atrativos, principalmente relacionado à oferta de alimentos. Tendo em vista que os urubus são atraídos para os locais com ofertas de alimentos, a tese apresentada é: Focos atrativos aumentam (e mantêm) a concentração de urubus nas proximidades de SBMN.

A massa corporal elevada, associada ao grande número de avistamentos, determina que essa é a espécie problema. Portanto, no primeiro argumento, destaca-se a importância de se focarem as ações para mitigar a presença de urubus em detrimento de outras aves.

O segundo argumento refere-se à importância de serem eliminados focos atrativos nas proximidades do aeroporto, pois sem a elevada oferta de alimentos os urubus deslocar-se-ão para outras regiões em busca de resíduos orgânicos, evitando conflito como tráfego de aeronaves.

Para preservar as aeronaves da FAB e salvaguardar vidas, deve-se reduzir a população de urubus com o aumento na frequência da coleta de lixo, intensificando-se a limpeza dos igarapés, das feiras e mercados e envidando-se esforços para eliminar focos atrativos.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Tunai Costa. Uma história Ambiental: Representações da Natureza na Capital Paraense, Belém, 2018.
- ANAC. Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) n.164: Gerenciamentodoriscodafauna nos aeródromos públicos. Brasília, 29 maio 2014.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA n. 466, que estabelece diretrizes e procedimentos para elaboração e autorização do Plano de Manejo de Fauna em Aeródromos e dá outras providências, Brasília, 05 fev 2015.
- BRASIL, Comando da Aeronáutica. MCA 3-8 Manual do Gerenciamento do Risco da Fauna. Brasília, 11 dez 2017.
- BRASIL. Lei nº 12.725, de 16 de outubro de 2012. Dispõe sobre o controle da fauna nas imediações de aeródromos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília. 17 out 2012.
- LIMA, Eduardo Paulino Liberato. Levantamento de Aves no Aeroporto de Ponta Pelada. Monografia. Manaus, 2015.
- MENQ, Willian. Urubus do Brasil. Disponível em: avesderapinabrasil.com/materiais/urubusbrasil. Acesso em 13 ou 2020.
- NETZEL, Christian. Estudo preliminar sobre a problemática das aves para a segurança do aeroporto internacional Tom Jobim e o aterro sanitário de Gramacho. Rio de Janeiro, 2004.
- SANTOS, Vanessa Sardinha. Urubu. Disponível em: mundoeducacao.uol.com.br/biologia/urubu. Acesso em 25 set 2020.
- SERIPA VII, Relatório Identificação de Foco Atrativo de Aves em SBMN, Manaus, 15 mar 2011.

SEVERIANO, Adenilson. Mais de 6 mil toneladas de lixo nos igarapés são retirados só em 2020. Manaus, 2020. Disponível em: todahora.com/articulos/mais-de-6-mil-toneladas-de-lixo-nos-igarapés-são-retiradas-só-em-2020. Acesso em 13 out 2020.

WEBBER, Galvão Novais. Uso do Habitat por Urubus em áreas urbanas e naturais em Manaus-Amazonas. Manaus, 2013.

Risco de fauna nas operações aeroagrícolas: análise de colisões no Estado Brasileiro

Francis Raime Zagury Matos^{1,2}

1 Militar da Força Aérea Brasileira, integrante do Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos.

2 francisraimematos@gmail.com

RESUMO: Colisões entre fauna e aeronaves são um problema de alta relevância na aviação em todo o mundo. As consequências deste evento indesejado são prejuízos considerados de bilhões de dólares, perda de centenas de aeronaves, além da morte de cerca de 470 pessoas. Com o objetivo de avaliar este risco nas operações agrícolas no Brasil, analisamos ocorrências entre 2012 e 2022 utilizando os dados do Sistema de Gerenciamento de Risco Aviário (SIGRA) do Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA) e relatórios finais. Os resultados desta pesquisa mostraram que colisões entre aeronaves agrícolas e fauna ocorrem em vários Estados Brasileiros. O risco de colisão não se deu somente com aves, mas também com mamíferos. Urubu, carcará, ema, porco e um bovino foram as espécies que se envolveram nesses incidentes em áreas de pouso de uso agrícola (APUA). A maioria das colisões ocorreram na fase de decolagem, sendo que 50% dos incidentes ocorreram com mamíferos. Três colisões totalizaram 50% dos incidentes que ocorreram no período da tarde, sendo 02 com aves e 01 em que o espécime não foi relatado. A falta de controle de presença de animais nas APUA, a ausência de uma cerca operacional eficiente e a presença de focos de atração de fauna nas proximidades das APUA podem ser as principais causas de ocorrências com fauna no segmento aeroagrícola. A implantação e a manutenção de um Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional (SGSO) eficiente aliado à mudança de cultura e medidas preventivas para reduzir a atração de fauna são ferramentas para gerenciar este risco.

Palavras Chave: 1. Aviação Aeroagrícola. 2. Risco de Fauna. 3. Colisões. 4. Segurança Operacional.

Fauna risk in agricultural aerial operations: collision analysis in the brazilian state

ABSTRACT: Collisions between wildlife and aircraft are a highly relevant problem in aviation worldwide. The consequences of this undesired event are billions of dollars worth of damage, the loss of hundreds of aircraft, in addition to the death of around 470 people. In order to assess this risk in agricultural operations in Brazil, we analyzed occurrences between 2011 and 2020 using data from the Aviary Risk Management System (SIGRA) of the Center for Investigation and Prevention of Aeronautical Accidents (CENIPA) and final reports. The results of this research showed that collisions between agricultural aircraft and wildlife occur in several Brazilian states. The risk of collision was not only with birds, but also with mammals. Vulture, caracara, rhea, pig and a bovine were the species that were involved in these incidents in landing areas for agricultural use (APUA). Most collisions occurred during takeoff, with 50% of incidents involving mammals. Three collisions totaled 50% of the incidents that occurred in the afternoon, 02 with birds and 01 in which the specimen was not reported. The lack of control over the presence of animals in the APUA, the absence of an efficient operational fence and the presence of wildlife attraction points in the vicinity of the APUA may be the main causes of occurrences with wildlife in the agricultural air segment. The implementation and maintenance of an efficient Operational Safety Management System (SGSO) combined with a change in culture and preventive measures to reduce the attraction of wildlife are tools to manage this risk.

Key words: 1. Agricultural Aviation. 2. Wildlife Strike Risk. 3. Collisions. 4. Operational Safety.

Citação: Matos, FRZM (2023). Risco de fauna nas operações aeroagrícolas: análise de colisões no estado brasileiro. *Revista Conexão Sipaer*, Vol. 13, N°. 2, pp. 110-118.

1 INTRODUÇÃO

No decorrer dos anos, estudos e pesquisas nos diversos segmentos da aviação mostraram que o uso do mesmo espaço por fauna e aeronaves, é uma questão que requer um olhar mais atento no que diz respeito ao gerenciamento do risco de colisões. Segundo Kalafatas, 2010, colisões entre aeronaves e fauna são o segundo fator causal de vítimas fatais na aviação civil e, além das mortes causadas, o custo mundial estimado é da ordem de U\$ 3 bilhões ao ano (BRASIL, 2017).

Este risco não é novo na atividade aérea. A primeira colisão com fauna foi registrada em 7 de setembro de 1905 por Orville Wright em seu diário quando este realizava um voo sobre um milharal próximo a Dayton, Ohio, EUA (DEVAULT, *et al.*, 2011). Desde então, colisões com aves ou outras espécies de fauna passaram a ser uma possibilidade a ser considerada. Tal fato se

mostrou uma realidade quando a primeira colisão com ave causou a primeira perda humana, em 3 de abril de 1912, em Long Beach, Califórnia, EUA. O norte-americano Calbraith Rogers, pilotando uma aeronave Wright Pusher, colidiu com uma gaivota e sua aeronave veio a cair no mar onde o piloto faleceu (BRUNO & BARRETO, 2016).

A primeira colisão com animal terrestre ocorreu em 25 de julho de 1909, antes do início do voo épico de *Louis Blériot*, que pela primeira vez cruzou o Canal da Mancha. Atrasos foram causados devido à colisão com um cachorro que passou pela área do disco da hélice da aeronave (BRASIL, 2017).

A ocorrência que melhor exemplifica o risco de fauna é o acidente ocorrido com o voo 1549 da US Airways em 15 de janeiro de 2009. Após decolar do aeroporto de La Guardia, New Jersey, EUA, a aeronave Airbus A 320 teve perda dupla de motor em voo após colidir com um bando de gansos canadenses (*Branta canadenses*), obrigando a tripulação a realizar um pouso no Rio Hudson. Todos os 150 passageiros bem como os 05 tripulantes sobreviveram ao ocorrido (DEVAULT, *et al.*, 2011)

Nos dados do Sistema Integrado de Gerenciamento de Risco de Fauna (SIGRA), do Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA), publicados nos Anuários de Risco de Fauna de 2011-2020 e 2021 percebe-se que ocorrências com fauna são uma das mais frequentes, não somente quando as aeronaves estão no ar mas também em solo em diversas fases de operação como taxiamento, corrida de decolagem ou hangariadas para manutenção ou pernoite quando são encontrados vestígios (penas, fezes) ou não são devidamente estocadas (*Storage*).

Durante o desenvolvimento da indústria aeronáutica, não somente pela importância de transportar cargas, passageiros e emprego em diversas operações militares, as aeronaves empregadas na aviação agrícola ganharam forte destaque dentro do cenário econômico brasileiro devido seu emprego na aplicação de defensivos agrícolas.

O Brasil possui atualmente a segunda maior frota mundial de aviões agrícolas (aeronaves de asa fixa). De acordo com o Registro Aeronáutico Brasileiro (RAB), a frota brasileira ao final de 2015 contabilizava 2.035 aviões, em comparação com os 1.530 registrados em 2010. Um expressivo crescimento de 33%. Esses números ainda não refletem o reinício das operações aeroagrícolas com helicópteros, em meados de 2015 (SERIPA V, 2016).

Ocorrências entre fauna e aeronaves podem afetar as operações na aviação agrícola brasileira. Em fevereiro de 2005, uma aeronave EMB-202 Ipanema durante a decolagem de um aeródromo localizado próximo ao município de Pacaraima, estado de Roraima, colidiu com um bando de Garças (Família Ardeidae), perdendo o controle da aeronave, ultrapassando os limites da pista (*runway excursion*) e colidindo com uma cerca. A aeronave sofreu danos graves em uma das asas, hélice e parabrisas (OLIVEIRA, *et al.*, 2017).

Pelo fato da agricultura se desenvolver em um ambiente rural, ou seja, afastada dos grandes centros urbanos, a operação aeroagrícola, neste contexto, é muito sensível às limitações logísticas, operacionais e de infraestrutura. Em curtas palavras, o ambiente é quase hostil ao desenvolvimento seguro da atividade aérea (SERIPA V, 2016).

Diante da falta de literatura sobre o Risco de Fauna nas Operações Agrícolas e ao baixo número de reportes feitos ao CENIPA, este artigo teve como objetivo analisar ocorrências de colisão entre aeronaves e fauna neste segmento aeronáutico, identificando e relacionando os espécimes que contribuíram para as ocorrências com as fases de voo, as partes atingidas, período do dia e época do ano através de estudos de caso.

Esperamos que os resultados deste estudo permitam que as informações produzidas sejam utilizadas por operadores, pilotos, gerentes de empresas e demais *stakeholders* na confecção de um Plano de Gerenciamento de Risco de Fauna eficaz a ser considerado no Plano de Gerenciamento da Segurança Operacional (PGSO) com foco na prevenção de acidentes e incidentes aeronáuticos nas operações agrícolas.

2 METODOLOGIA

A pesquisa realizada para o presente artigo foi do tipo descritiva, utilizando bibliografia e documentos com abordagem qualitativa. O procedimento utilizado para coleta de dados foi realizado por meio de dados considerados de colisões no SIGRA, dos dados no painel SIPAER e dos relatórios finais disponíveis na página do CENIPA.

3 LEVANTAMENTO ESTATÍSTICO

Verificou-se no Anuário de Risco de Fauna de 2011-2020, o reporte de 26.623 colisões entre aeronaves e fauna. Credita-se que o aumento dos reportes em todos os anos se deve a ampliação da frota brasileira, aumento da malha aeronáutica impactando no incremento de movimentos, aumento da população de fauna em torno de áreas urbanas e a participação de

integrantes do setor aéreo na confecção de reportes (CENIPA, 2022). Porém, o número de colisões totais reportadas em 2020 não seguiu a tendência de crescimento dos últimos anos, pelo contrário, houve uma queda no número de reportes de 24,4% em relação a 2019. Esse fato sustenta-se devido às medidas impostas de enfrentamento à pandemia da Covid-19 (CENIPA, 2022).

Eventos reportados no Brasil

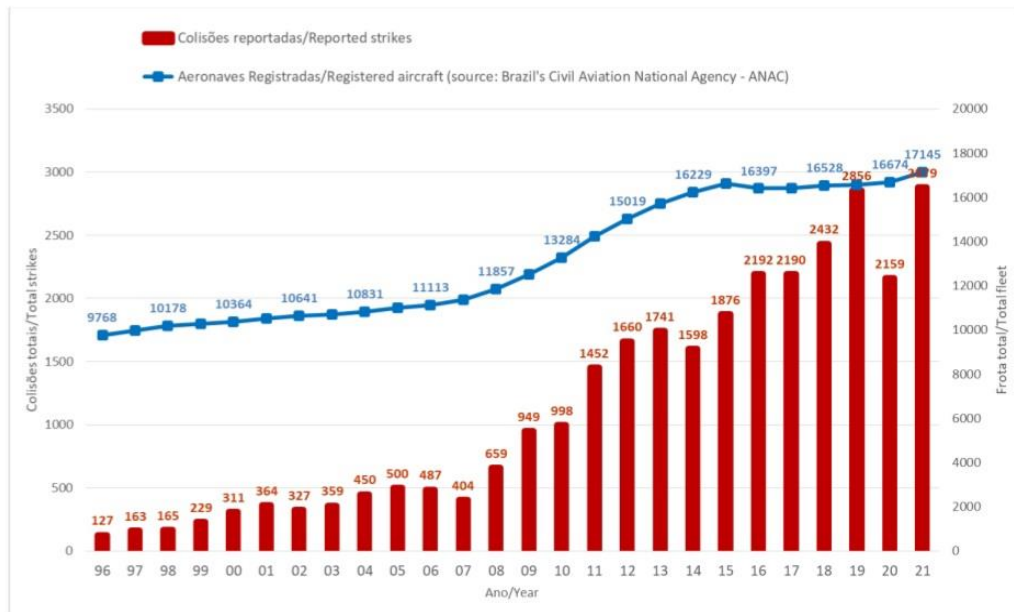


Figura 1 - Colisões reportadas pela frota de aeronaves registradas de 1996 a 2021 (CENIPA, 2022)

Ainda, a partir dos dados contidos na Figura 1, é possível observar que em 2021, com o retorno das operações regulares, mesmo gradativamente, houve um aumento de 33,3% no número de reportes de colisões comparado a 2020, o mais alto desde 2019 (CENIPA, 2022).

Nos dados contidos no Anuário de Risco de Fauna do CENIPA de 2020, podemos observar nas figuras 2 e 3 o quantitativo e porcentagem por parte atingida pós-impacto numa colisão para os quinquênios 2011- 2015 e 2016-2020.



Figura 2 – Parte atingida da aeronave 2011 – 2015 (SANTOS & SOUZA, 2021)

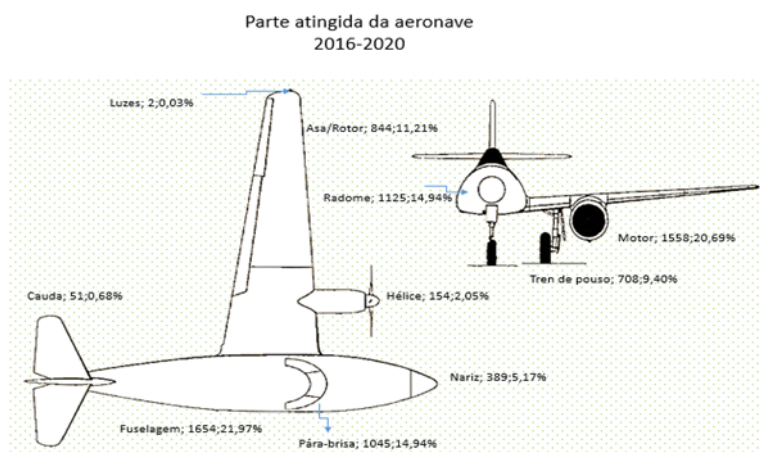


Figura 3 – Parte atingida da aeronave 2016 – 2020 (SANTOS & SOUZA, 2021)

A BOEING publicou em seu site oficial um estudo referente a Estratégias para Prevenção de Eventos de *Birdstrike* (BOEING, 2011). Neste estudo verificou-se que, embora as colisões com aves geralmente causem mais danos aos motores (44% das colisões), todas as áreas de um avião podem ser atingidas e danificadas.

DeFusco *et al.* (2015) indicam que aeronaves mais rápidas e silenciosas, bem como o aumento da população de aves em áreas urbanas contribuem para o aumento da quantidade de colisões reportadas. Nos últimos anos, o Brasil tem apresentado um aumento contínuo de reportes, acompanhando o crescimento da frota brasileira e seus movimentos.

Na tabela 1 consolida as informações das figuras 2 e 3. Observa-se que fuselagem e motor correspondem a 44,3% e 42,6%, respectivamente, das partes atingidas da aeronave para o primeiro e segundo quinquênios.

Eventos	2011-2015		2016-2020		Total geral
	Colisão / atingida	%	Colisão / atingida	%	
Cauda	56	1.04	51	0.68	107
Luzes	1	0.02	2	0.03	3
Hélice	137	2.55	154	2.05	291
Nariz	270	5.03	389	5.17	659
Trem de pouso	550	10.23	708	9.40	1258
Pára-brisas	601	11.18	1045	13.88	1646
Radome	681	12.67	1125	14.93	1806
Asa/Rotor	695	12.94	844	11.21	1539
Fuselagem	1093	20.34	1654	21.96	2747
Motor	1290	24.00	1558	20.69	2848
Total	5374	100	7530	100	12904

Tabela 1 – Partes atingida da aeronave (CENIPA, 2020)

3.1 OCORRÊNCIAS COM FAUNA NAS OPERAÇÕES AGRÍCOLAS

A partir de registros de ocorrências entre aeronaves e fauna entre os anos de 2011 e 2020, obtidos no CENIPA, foram verificadas apenas seis ocorrências envolvendo aeronaves agrícolas e realizada uma análise de como este tipo de evento pode ser danoso a todos do segmento. Os dados analisados foram: local; data; hora; tipo de pista utilizada; espécie de fauna; fase de voo; tipo de aeronave; efeito no voo e parte da aeronave atingida (Tabela 1).

Ocorrência 1	
Local	Indiaporã/São Paulo
Data	05/Fevereiro/2016
Hora	14:30 (UTC)
Tipo de aeronave	Embraer 202A Ipanema
Tipo de pista	APUA
Fase de voo	Tiro
Efeito no voo	Perda de sustentação durante o pouso
Parte atingida	Bordo de ataque da asa direita
Espécie envolvida	Urubu

Ocorrência 2	
Local	Fazenda Mundial Tucumã/Pará
Data	03/Dezembro/2017
Hora	11:20 (UTC)
Tipo de aeronave	Cessna Aircraft A188B
Tipo de pista	APUA
Fase de voo	Decolagem
Efeito no voo	Perda de controle/excursão de pista/colisão com cerca
Parte atingida	-----
Espécie envolvida	Animal de grande porte (bovino)
Ocorrência 3	
Local	Fazenda Raio de Sol/Perolândia/Goiás
Data	09/Maio/2019
Hora	20:30 (UTC)
Tipo de aeronave	Cessna Aircraft A188B
Tipo de pista	APUA
Fase de voo	Decolagem
Efeito no voo	Perda de performance e colisão contra plantação de milho
Parte atingida	Bordo de ataque da asa direita
Espécie envolvida	Carcará
Ocorrência 4	
Local	Vila Rica/Mato Grosso
Data	27/Fevereiro/2020
Hora	11:30 (UTC)
Local	Vila Rica/Mato Grosso
Tipo de aeronave	Embraer 202A Ipanema
Tipo de pista	APUA
Fase de voo	Decolagem
Efeito no voo	Perda de controle na decolagem
Parte atingida	Não relatada
Espécie envolvida	Porco
Ocorrência 5	
Local	Santa Rita do Trivelato/Mato Grosso
Data	21/Abril/2020
Hora	13:10 (UTC)
Tipo de aeronave	Air Tractor AT-502B
Tipo de pista	Aeródromo da Fazenda Santa Teresinha (SICS)
Fase de voo	Pouso
Efeito no voo	Perda de controle na decolagem
Parte atingida	Não relatada
Espécie envolvida	Ema

Ocorrência 6	
Local	Uruguaiana/Rio Grande do Sul
Data	16/Outubro/2020
Hora	14:30 (UTC)
Tipo de aeronave	Air Tractor AT-502B
Tipo de pista	APUA Granja Santa Lourdes
Fase de voo	Decolagem
Efeito no voo	Saída de pista
Parte atingida	-----
Espécie envolvida	Não relatado

Fonte: CENIPA

4 RESULTADOS

Entre 2011 e 2020 foram verificadas nos dados contidos no CENIPA 06 colisões entre aeronaves agrícolas e fauna em 05 Estados Brasileiros: Pará; São Paulo; Goiás; Mato Grosso e Rio Grande do Sul. O Estado do Mato Grosso apresentou o maior número de colisões (02) no período analisado, seguido dos outros Estados com 01 colisão cada.

Em apenas 01 colisão (16,67%), a fauna não foi identificada. Através da classificação do nome comum utilizada nos reportes ao CENIPA, foram identificados 05 tipos de fauna (Tabela 2), 01 em cada ocorrência, totalizando (83,33%) das colisões.

Nome comum	Nº de colisões
Urubu	01
Bovino	01
Carcará	01
Porco	01
Ema	01

Tabela 2 – Fauna envolvida em colisões com aeronaves agrícolas em cinco Estados do Brasil, de acordo com dados do CENIPA entre os anos de 2011 e 2020 (CENIPA)

A maioria das colisões ocorreram na fase de decolagem (66,67%), seguidas das fases de pouso e durante passagem de aplicação (tiro) (Tabela 3). Verificou-se que em 50% das colisões na fase de decolagem, a fauna envolvida foi com mamíferos (Bovino e Porco); 25% com ave (Carcará) e 25% a fauna não foi relatada. Na ocorrência durante a fase de pouso a fauna envolvida foi uma ave (ema) e na fase de tiro com uma ave também (urubu).

Das 06 ocorrências, em apenas 02 (33,33%) as partes das aeronaves atingidas foram relatadas: 01 no bordo de ataque da asa direita (urubu) e 01 no *spinner* (carcará). Em 66,67% das colisões a parte atingida não foi relatada (Tabela 4).

Fase de Voo	Fauna						
	Urubu	Bovino	Carcará	Porco	Ema	Não relatada	Total
Decolagem	--	01	01	01	--	01	04
Pouso	--	--	--	--	01	--	01
Passagem de Aplicação	01	--	--	--	--	--	01
Total	01	01	01	01	01	01	06

Tabela 3 – Relação entre a fauna e a fase do voo nas colisões em cinco Estados do Brasil de acordo com os dados do CENIPA entre os anos de 2011 e 2020 (CENIPA)

Parte da Aeronave	Fauna						
	Urubu	Bovino	Carcará	Porco	Ema	Não relatada	Total
Asa	01	--	--	--	--	--	01
<i>Spinner</i>	--	--	01	--	--	--	01
Não relatada	--	01	--	01	01	01	04
Total	01	01	01	01	01	01	06

Tabela 4 – Relação entre a fauna e a parte da aeronave atingida nas colisões em cinco Estados do Brasil de acordo com os dados do CENIPA entre os anos de 2011 e 2020 (CENIPA)

Colisões no período da tarde foram as que mais ocorreram, correspondendo a 50% das ocorrências pesquisadas. Destas, em 33,33% a fauna não foi relatada e em 66,67% a fauna envolvida foi com aves (urubu e ema). 33,33% das colisões ocorreram no período da manhã, sendo todas envolvendo fauna terrestre (bovino e porco). Em apenas 16,67% houve colisão no período noturno com uma ave (carcará) (Tabela 5).

Período do Dia	Fauna						Total
	Urubu	Bovino	Carcará	Porco	Ema	Não relatada	
Manhã	--	01	--	01	--	--	02
Tarde	01	--	--	--	01	01	03
Noite	--	--	01	--	--	--	01
Total	01	01	01	01	01	01	06

Tabela 5 – Relação entre as aves e o período do dia nas colisões com aviões em em cinco Estados do Brasil de acordo com os dados do CENIPA entre os anos de 2011 e 2022 (CENIPA)

5 DISCUSSÃO

O número de colisões envolvendo fauna e aeronaves, ao longo do período analisado, apresentou um crescimento acentuado (Figura 1). Um fator que pode estar contribuindo para o crescimento desse tipo de evento é a maior atenção dada pelas autoridades e profissionais da aviação com relação ao reporte dessas colisões junto ao CENIPA.

Porém, apenas seis ocorrências envolvendo aeronaves e fauna foram observadas nas operações agroagrícolas. O motivo pode estar associado a características muito peculiares presentes neste tipo de operação. A aviação agrícola opera em locais remotos e longe dos grandes aeroportos, suas estruturas e rotinas (SERIPA V, 2016).

Segundo Dolbeer, 2006, 74% das colisões reportadas, 66% delas com danos substanciais, ocorrem abaixo de 500 ft de altura (*above ground level* – AGL). Dos altos riscos associados às operações agroagrícolas, o voo à baixa altura é um fator muito relevante e preocupante, pois em caso de uma perda de potência ou de sustentação por qualquer motivo, e aqui focamos em uma colisão com fauna (ave), o piloto não terá tempo de realizar uma manobra de emergência com segurança (SERIPA V, 2016). Nas ocorrências analisadas envolvendo fauna e operações agrícolas, todas foram em altitudes baixas. Em 66,67% das ocorrências, o evento ocorreu durante a fase de decolagem; 16,67% na fase de pouso e 16,67% durante o tiro, conforme Tabela 3.

A gravidade das colisões varia de acordo com as espécies envolvidas, em que o relativo perigo está relacionado à média do peso corporal das aves (DOOLBER *et al.*, 2000). Urubus-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*) e urubus-de-cabeça-vermelha (*Cathartes aura*) estão entre as aves que mais colocam em risco a segurança dos voos e provocam os maiores danos aos aviões nos EUA (DOOLBER; WRIGHT, 2009). Neste artigo, foi verificado que em apenas 01 colisão (16,67%), a fauna não foi identificada, porém, nesta ocorrência a aeronave teve danos substanciais.

Um ponto preocupante que chamou atenção nos dados obtidos nas ocorrências analisadas foram as ocorrências com mamíferos, que corresponderam a 33,33% das colisões e todas durante a fase de decolagem (Bovino e Porco), conforme podemos verificar na Tabela 3. A severidade em colisões com animais terrestres de grande porte é naturalmente maior, sendo necessário adotar política de tolerância zero à presença destes no lado-ar, o que pode ser conseguido com o uso de cerca operacional para fauna (CENIPA, 2017).

Além de aves, outros animais como cervos, raposas e tartarugas estão envolvidos em incidentes em muitos aeroportos do mundo (DOOLBER *et al.*, 2000). Segundo o Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA, 2022), urubus, carcarás e quero-quero são as aves que mais colidem com aviões no Brasil, o que corrobora com os dados deste artigo quanto à fauna envolvida nas colisões, nas quais o urubu e o carcará aparecem com 33,33% das ocorrências (Tabela 2).

É importante salientar que todas as ocorrências analisadas foram com aeronaves agrícolas de asa fixa, sem nenhuma notificação com asa rotativa (helicóptero). Porém, nos últimos anos, o emprego deste tipo de vetor nas operações agroagrícolas vem crescendo consideravelmente, desde 2015 (SERIPA V, 2016). Tal fato é de relevante preocupação, uma vez que ocorrências entre fauna e helicópteros tem efeitos de grande severidade e não há muitos artigos disponíveis estudando colisões entre fauna e helicópteros.

Em um artigo publicado pelo *Journal of Mechanical Science and Technology* em 2014, de 1990 a 2009, os helicópteros estiveram envolvidos em 491 (0,5 por cento) das 99420 colisões com aves relatadas com aeronaves civis. Dos 491 impactos de aves relatados, 242 (50 por cento) causaram danos e 69 (14 por cento) causaram danos substanciais. As estatísticas mostram a importância de investigar colisões com aves em diferentes partes de helicópteros (HEDAYATI *et al.*, 2014). Os resultados das partes atingidas podem ser observados na tabela 6 abaixo:

%	Colidido	Danificado
---	----------	------------

	Número	%	Número	%
Parabrisa	283	35	150	39
Rotor	165	20	43	11
Nariz	91	11	44	11
Fuselagem	77	9	26	7
Radome	21	3	11	3
Cauda	23	3	15	4
Luzes	9	1	8	2
Motor	24	3	3	1
Trem de pouso	10	1	4	1
Outros	109	14	76	20
Total	815	100	384	100

Tabela 6 – Componentes de helicópteros atingidos e danificados por aves (HEDAYATI *et al.*, 2014)

Verificamos que em 33,33% das ocorrências, as partes das aeronaves atingidas foram relatadas: 01 no bordo de ataque da asa direita (urubu) e 01 no *spinner* (carcará). Em 66,67% das colisões a parte atingida não foi relatada (Tabela 4). É importante lembrar que, conforme dados do Anuário de Risco de Fauna do CENIPA de 2020, mais de 40% das colisões com fauna atingem o motor ou a fuselagem das aeronaves. São partes críticas considerando que os motores são os responsáveis por gerar empuxo e manter a aeronave voando. Como exemplo, podemos citar que em 2004, uma aeronave *Citation* colidiu com um pelicano após a decolagem (baixa altura), deixando o motor inoperante fazendo com que a aeronave colidisse com o solo. Todos os passageiros faleceram.

6 CONCLUSÃO

Após uma análise do cenário do Risco de Fauna nas Operações Aeroagrícolas, fica evidente a importância de identificar as espécies envolvidas nas ocorrências na Ficha CENIPA 15, pois o conhecimento prévio dos hábitos e habitats naturais de cada espécie permitem a adoção de medidas de prevenção de colisões. Para isso, é necessário elevar o nível de conscientização dos operadores agrícolas, gerentes e todos os *stakeholders* envolvidos, principalmente, no gerenciamento e prevenção do risco da fauna.

Os resultados desta pesquisa sugerem que o Gerenciamento de Risco de Fauna nas Operações Aeroagrícolas requer uma atenção especial, uma vez que ocorrendo a colisão, os danos podem ser de considerado valor financeiro e até catastróficos. Um Plano de Gerenciamento da Segurança Operacional (PGSO) deve conter ferramentas que possibilitem gerenciar o risco com a fauna presente nas APUA. A Segurança Operacional precisa envolver não só aqueles que lidam com as aeronaves no dia a dia. Na verdade, toda a organização precisa estar engajada na atividade fim que é a pulverização aeroagrícola (SERIPA V, 2016).

Manejo de populações de animais pode incluir modificação do habitat como remoção de fontes alimentares disponíveis (ex. roedores e insetos), manejo da vegetação (ex. controle da vegetação dentro dos aeroportos que atraem aves), manejo da água (ex. controle da água permanente, áreas alagadas e canais ou diques que servem como fonte de água para as aves) e controle populacional através do abate de indivíduos (NOVAES & ALVAREZ, 2010). Esses são métodos que podem ser usados para aves que vivem ou usam as áreas dos aeroportos (CLEARY *et al.*, 2005).

O Comitê Regional da América Central, Caribe e América do Sul para a Prevenção dos Riscos de Aves e Vida Selvagem (CARSAMPAF), recomenda algumas iniciativas que podem ser feitas a esse respeito e que em algumas organizações em todo o mundo foram bem-sucedidas no sentido de estar atento à presença de fauna nos aeródromos e arredores (REIS & SALAZAR, 2020). Algumas delas seguem abaixo:

- 1 - Realizar inspeções específicas para identificar possíveis novos atrativos dentro e fora do aeródromo (APUA) grifo nosso; como disposição inadequada de resíduos sólidos, crescimento de espécies vegetais atraentes, atividades socioeconômicas com deficiências em seus processos, formação de corpos d'água, etc.
- 2 - Inspeção completa e aprofundada de toda a área de movimentação para identificação de espécies da fauna encontradas em áreas críticas para a operação; seja pela grande quantidade ou por serem novos registros (novas espécies) para o aeroporto. Da mesma forma, buscar evidências de sua presença, permanência e uso das instalações aeroportuárias, tais como torre de controle, terminais e hangares.
- 3 - Verificação das malhas e cercas perimetrais que possam ter sido forçadas ou já deterioradas e que possam representar uma possível entrada na fauna.

- 4 - Realizar um inventário e avaliação do estado e funcionamento das medidas existentes no aeródromo (APUA) grifo nosso e que são utilizadas como métodos de dispersão, repulsão, captura, etc.
- 5 – Continuar a aplicar medidas de dispersão e exclusão implementadas e até intensificá-las, se as circunstâncias o exigirem.
- 6 - Deve-se considerar a avaliação, dias antes do início das atividades. Se necessário, adquirir novas medidas ou implementar estratégias, com o objetivo de ter ou fazer o necessário para que o reinício das atividades seja seguro.
- 7 – Por fim, gere um relatório que permita ter uma visão completa da situação e, assim, poder realizar ações relevantes.

A realização de inspeções constantes são indispensáveis para verificar se os protetores utilizados estão em perfeito estado de conservação e dispostos corretamente nas aeronaves. Como exemplo, podemos citar o isolamento incorreto de um motor, que pode permitir que algumas espécies de aves entrem e façam seus ninhos, o que pode afetar seriamente o desempenho da aeronave e causar um acidente (REIS & SALAZAR, 2020).

Desta forma, esta pesquisa e análise dos dados serviu para comprovar a relevância dos estudos do Risco de Fauna nas Operações Aeroagrícolas. O entendimento deste segmento da aviação e sua relação com o meio ambiente resultará em valiosas informações e auxiliará nas tomadas de decisões por parte de gerentes, pilotos e administradores de aeródromos, contribuindo assim na disseminação do conhecimento, tão carente, de como gerir um bom plano de manejo de fauna e assim evitar futuros acidentes aeronáuticos

REFERÊNCIAS

- BOEING. Strategies for Prevention of Bird-Strike Events. 2011. Disponível em <https://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/articles/2011_q3/4/>. Acesso em: mar. 2022.
- BRUNO, S. F.; BARRETO, J. R. **Aves de Aeronaves. Riscos e desafios para a ciência e sociedade quanto ao perigo aviário**. Niterói/RJ: Editora Eduff, 2016.
- CENIPA. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **Manual do Comando da Aeronáutica (MAC) 3-8: Manual de Gerenciamento de Risco de Fauna**. Brasília, 2017.
- CENIPA. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. Anuário de Risco de Fauna 2021. Brasília, 2022.
- CLEARY, E. C.; DOLBEER, R. A. Wildlife hazard management at airports, a manual for airport personnel. Second edition. U.S. Department of Transportation, Federal Aviation Administration, Office of Airport Safety and Standards. Washington, D.C., 2005
- DEFUSCO, R. P.; UNANGST JR, E. T.; COOLEY, T. R.; LANDRY, J. M. Applying an SMS Approach to Wildlife Hazard Management (ACRP Synthesis 145). Transport Research Board. Washington, 2015.
- DOLBEER, R. A.; CLEARY, E. C. Ranking the hazard level of wildlife species to aviation. *Wildlife Society Bulletin*, 28: 372–378, 2000.
- _____. Height Distribution of Birds Recorded by Collisions with Civil Aircraft. *Journal of Wildlife Management*, v. 70, n. 5, p. 1345-1350, 2006.
- _____.; WRIGHT, S. E. Safety management systems: how useful will the FAA National Wildlife Strike Database be? *Human-Wildlife Conflicts* 3(2):167–178, 2009.
- HEDAYATI, R.; ZIAEI-RAD, S.; EYVAZIAN, A.; HAMOUDA, A. M. Bird strike analysis on a typical helicopter windshield with different lay-ups. *Journal of Mechanical Science and Technology*, v. 28, n. 4, p. 1381-1392, 2014.
- KALAFATAS, M. N. **Bird Strike: the crash of the Boston Electra**. Lebanon: Brandeis, 2010.
- NOVAES, W. G.; ALVAREZ, M. R. D. V. O perigo aviário em aeroportos do nordeste do Brasil: análise das colisões entre os anos de 1985 a 2009. **Revista Conexão SIPAER**, v. 1, n. 3, p. 47-68, 2010.
- OLIVEIRA, H. R. B.; SILVA, J. P.; SANTOS, L. C. B; NOVAES, W. G. Colisões com fauna significativas registradas no Brasil até dezembro 2016. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. 2017, p. 7.
- REIS, Y. E. M.; SALAZAR, J. M. S. Recomendaciones para afrontar los efectos de la pandemia por COVID-19 en la gestión de la fauna en la industria aeronáutica. CAR/SAM Regional Bird/Wildlife Hazard Prevention Committee Comité Regional CAR/SAM de Prevención de Peligro Aviario y Fauna. 2020. Disponível em: <<https://www.comitecarsampaf.com/recomendaciones-paraafrontar-los-efectos-de-la-pandemia-por-covid-19-en-la-gestion-de-la-fauna-en-la-industriaaeronautica/>>. Acesso em: mar. 2022
- SANTOS, L. C. B.; SOUZA, M. D. S. Anuário de Risco de Fauna 2011-2020. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA). Brasília. 2021.
- SERIPA V. Manual de Boas Práticas da Aviação Agrícola. Quinto Serviço Regional de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. Canoas, 2016.

Melhores práticas no design de listas de verificação, considerando as limitações humanas

Stuart “Kipp” Lau^{1,2}

Tradução: Margareth Hasse³ e Maurício Lorenzini Coelho⁴

1 Stuart “Kipp” Lau: é Comandante de Airbus 300 em uma grande companhia aérea. Possui, ainda, qualificação de tipo nas aeronaves Boeing 747, 747-400, 757/767, Regional Jet e Saab 340. Além de voar, Lau atua como presidente do Comitê FOQA e membro do Comitê de Investigação de Acidentes em sua companhia aérea. Foi voluntário em vários grupos de trabalho internacionais, incluindo International Helicopter Safety Team, NBAA, Global HFDM Working Group e ICAO. Já escreveu várias centenas de artigos sobre segurança de voo e pilotagem. Atualmente, ele escreve um blog mensal para *Aviation International News*.

2 <https://www.ainonline.com/aviation-news/business-aviation/2023-03-01/best-practices-checklist-design-account-human-limitations>

3 margaf flare@gmail.com

4 mauricio.lorenzini@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

O texto publicado na *Aviation International News* - Vol. 53 / Nº 3 de março de 2023, de autoria de Stuart “Kipp” Lau, nos traz um excelente exemplo de estudos relacionados aos Fatores Humanos na Segurança de Voo. Ao nos determos nas linhas do texto, saltam aos olhos a interface *Liveware – Software* do modelo SHELL de análise de fatores humanos.

Kipp Lau, neste texto, apresenta a importância de serem observados critérios específicos para a elaboração de listas de verificação, atento a algumas limitações humanas, considerando os fatores que afetam o design, os métodos de percepção e interpretação das informações, compreensão e cognição, bem como o processamento de textos e compreensão da linguagem, todos relacionados com os estudos de ergonomia e fatores humanos.

2 AS LIMITAÇÕES HUMANAS

As listas de verificação de aeronaves são a base da padronização do piloto e da segurança da cabine de comando. Após uma série de acidentes aéreos no final da década de 1980, os profissionais de segurança começaram a reconhecer e a se preocupar com o fato de que o uso indevido, o não uso ou o design inadequado das listas de verificação poderiam contribuir para um acidente aeronáutico. Até este ponto, o design da lista de verificação e a filosofia de seu uso escaparam da contribuição ou análise dos profissionais de fatores humanos.

O NTSB reconheceu pela primeira vez a importância do uso da lista de verificação e seu papel crítico na segurança de voo em 1969, após o acidente de decolagem sem flap de um Boeing 707-321C da Pan American Airways da Base Aérea de Elmendorf, no Alasca. A queda do Clipper Racer da Pan Am - um voo totalmente cargueiro com destino ao Vietnã do Sul - matou os três tripulantes.

O NTSB descobriu que “Flaps” aparecia na lista de verificação antes do táxi do Pan Am, mas não estava incluída na lista de verificação antes da decolagem. Observou-se que o copiloto baixou os flaps antes do táxi, mas enquanto a aeronave se preparava para o descongelamento, o comandante retraiu os flaps. Depois, o copiloto comentou: “Tudo bem, não vamos esquecer disso”.

Entre as prováveis causas do acidente, de acordo com o Safety Board, estavam uma lista de verificação defeituosa, o sistema de alerta de decolagem defeituoso do 707 e o estresse causado por um cronograma apressado. Em sua recomendação, o NTSB solicitou: “A lista de verificação do cockpit da transportadora aérea deve ser revisada em um esforço para garantir que cada lista forneça um meio de lembrar a tripulação, imediatamente antes da decolagem, que todos os itens críticos para um voo seguro foram cumpridos”.

Infelizmente, foram necessários 18 anos e três acidentes aéreos durante um período de 15 meses para que o NTSB e a indústria reconhecessem os problemas relacionados aos aspectos dos fatores humanos do design dos procedimentos da lista de verificação.

No primeiro acidente, em maio de 1987, um bimotor turboélice British Aerospace J-3101 (*Jetstream*) da Air New Orleans caiu após a decolagem em Nova Orleans. Durante a subida inicial, a tripulação de voo sentiu um forte movimento de guinada e flutuações no torque do motor. O capitão tentou pousar e ultrapassou a pista, cruzando uma rodovia atingindo vários veículos.

O NTSB concluiu que “as alavancas de RPM do motor foram avançadas para uma posição inferior a totalmente à frente ou não foram avançadas antes da decolagem, indicando uma falta de disciplina da lista de verificação por parte da tripulação”.

Um fator contribuinte, de acordo com o relatório, afirmou que “o tipo de letra da lista de verificação da *Air New Orleans* era 57% menor do que os critérios recomendados pela engenharia humana. Esse tipo de letra menor reduziu a legibilidade da impressão mesmo em condições ideais.” Além disso, o NTSB recomendaria formalmente que a FAA emitisse uma circular

consultiva aos operadores comerciais recomendando o uso de uma lista de verificação de procedimentos que incorporasse critérios de projeto de engenharia humana para o tamanho e o estilo de impressão.

O NTSB também sugeriu que a mudanças frequentes na lista de verificação pode ter um efeito negativo na importância da lista de verificação para a tripulação de voo, ocasionado o que é conhecido por *change fatigue*¹. A Air New Orleans introduziu recentemente o *Jetstream* em sua frota, observou o relatório. “Revisões frequentes de listas de verificação para aeronaves recém-adquiridas são compreensíveis, mas o fato de que esta lista de verificação normal foi alterada sete vezes entre janeiro e maio de 1987 [apenas cinco meses] sugere ao Conselho de Segurança que seu projeto original (o fabricante) e aprovação (FAA) pode ter sido inadequado e pode ter causado confusão entre as tripulações de voo.”

No segundo acidente, apenas três meses após a queda do *Air New Orleans*, um Northwest McDonnell Douglas MD-82 caiu logo após a decolagem do Detroit Metro Airport após uma decolagem sem flap / sem slat. Os seis tripulantes e 148 dos 149 passageiros morreram no acidente. Duas pessoas foram mortas no chão. O NTSB concluiu que a causa provável do acidente foi a falha da tripulação ao usar a lista de verificação de táxi para garantir que os flaps e slats estivessem estendidos para a decolagem.

Um ano depois, a tripulação de um Boeing 727-200, da Delta Air Lines, tentou uma decolagem sem flap/slat e caiu 22 segundos após a decolagem no Aeroporto Internacional de Dallas Fort Worth. Dos 108 passageiros e tripulantes a bordo da aeronave, 17 morreram e 76 ficaram feridos. O NTSB concluiu que “a tripulação de voo não estendeu os flaps ou slats do avião para a decolagem”.

Erros de percepção humana foram prováveis neste acidente, considerando que o gravador de voz da cabine capturou o segundo oficial lendo a lista de verificação, declarando "flaps" e o primeiro oficial respondendo "quinze, quinze, luz verde" - uma resposta normal. Presumivelmente, o primeiro oficial faria referência visual aos indicadores de posição dos flaps/slat internos e externos (“quinze, quinze”) e a iluminação dos flaps de bordo de ataque e indicador de slats (“luzes verdes”). Nesse caso, porém, os indicadores de posição mostrariam “zero” e “sem luzes” sem os flaps ou slats estendidos. O monitoramento ativo exige que o piloto “procure por algo” em vez de “olhar para algo”.

3 NTSB QUER PESQUISAS

Durante as audiências do NTSB sobre o acidente do MD-82 da Northwest Airlines, o finado Earl Wiener - um especialista em fatores humanos e cientista da NASA - testemunhou na época, “que não sabia de nenhuma pesquisa de fatores humanos sobre como uma lista de verificação deveria ser projetada.” Pesquisas adicionais da NASA concluíram que, em 1989, não havia essencialmente nenhuma pesquisa de fatores humanos disponível relacionada a listas de verificação de aeronaves - em nenhum lugar, nem nos EUA, nem Europa Ocidental ou qualquer outro lugar.

Após os acidentes da Air New Orleans Jetstream e Northwest Airlines MD-82, o NTSB recomendou que a FAA convocasse um grupo de pesquisa de desempenho humano para determinar “...se existe algum tipo de método de apresentação de checklist que produza um desempenho melhor por parte do pessoal usuário.” Além disso, o Conselho de Segurança recomendou que a FAA especificasse critérios de tipografia de lista de verificação para operadores comerciais.

Como resultado, a NASA iniciou sua jornada para investigar os muitos elementos de fatores humanos relacionados ao design e procedimentos da lista de verificação de aeronaves. Os pesquisadores encontraram problemas relacionados não apenas ao design físico da lista de verificação, mas também às questões sociais que levaram os pilotos a usá-la indevidamente, ou não a usar.

O resultado desta pesquisa incluiu dois documentos de pesquisa: *Human Factors of Flight-Deck Checklist: The Normal Checklist* (Degani e Wiener, maio de 1990) e *NASA's On the Typography of Flight-Deck Documentation* (Degani, dezembro de 1992). Posteriormente, o CAA do Reino Unido produziu um documento (agora em sua terceira edição - 2006), CAP 676: *Guidance on the Design, Presentation, and Use of Emergency and Abnormal Checklist*.

A NASA define a principal função da lista de verificação como a de garantir que a tripulação configure adequadamente a aeronave para o voo e mantenha esse nível de qualidade durante todo o voo e em todos os voos.

Geralmente, uma lista de verificação serve como um “auxílio de trabalho” para operações muito complexas: auxilia no recall, verifica a configuração da aeronave (mesmo quando os pilotos estão fisicamente ou psicologicamente “degradados”), fornece uma sequência adequada de ações, fornece uma estrutura sequencial para requisitos operacionais, permite a verificação cruzada, mantém todos os membros da tripulação “informados”, facilita a coordenação e a carga de trabalho ideais da tripulação e é uma ferramenta de gerenciamento de qualidade.

Um objetivo negligenciado no design da lista de verificação é sua capacidade de promover uma atitude positiva em relação ao uso deste documento ou procedimento. Para o operador da linha de frente - neste caso os pilotos - uma lista de verificação deve ser “bem fundamentada” no ambiente operacional atual com uma percepção sólida de sua importância e não ser considerada um incômodo. Por design, deve ser uma interface eficaz entre o humano e a máquina.

¹ *Change fatigue*: resistência ou resignação passiva às mudanças organizacionais por parte de um empregado (Traduzido de <https://www.atlassian.com/blog/leadership/change-fatigue>)

Existem dois métodos ou filosofias na condução ou execução de uma lista de verificação - o "desafio e resposta" ou a "lista de tarefas". Cada método tem seu mérito.

Desafio e resposta são denominados com mais precisão "resposta-verificação-desafio". Usando esses métodos, os pilotos configuram a aeronave para a fase de voo apropriada usando um padrão de "fluxo". Um padrão de fluxo é uma sequência arraigada de ações executadas a partir da memória. Após a conclusão do fluxo, os pilotos usam a lista de verificação para verificar se os itens críticos foram configurados corretamente; um piloto lê a parte "desafio" da lista de verificação - ambos verificam - e o outro piloto fornece a resposta apropriada.

Geralmente, a maioria das aeronaves modernas utiliza um "conceito escuro e silencioso" (redundância de configuração) em que, se a aeronave estiver configurada corretamente, o painel superior (ou painéis de sistemas) não terá nenhuma luz acesa. Nesse caso, todos os itens no padrão de fluxo podem não estar incluídos na lista de verificação - um simples desafio de "painel superior" e uma resposta "definida" podem ser apropriados se cada tripulante verificar que nenhuma luz está acesa.

O método de desafio e resposta é muito eficiente; cada membro da equipe pode cumprir seus padrões de fluxo atribuídos e, quando todos estiverem "apanhados", a equipe pode concluir coletivamente a lista de verificação.

4 PASSO A PASSO

Uma "lista de tarefas" é denominada com mais precisão uma "chamada-fazer-resposta". Usando este método, a lista de verificação é usada para conduzir os pilotos a um procedimento passo a passo (como um livro de receitas), onde um piloto direciona o outro piloto para configurar um controle de cockpit. Em teoria, todos os controles da cabine de comando (interruptor, alavanca ou outro) seriam listados na lista de verificação e ambos os tripulantes teriam que estar presentes para cumprir a lista de verificação.

As vantagens da lista de tarefas são que ambos os tripulantes podem verificar a ativação apropriada do interruptor. As desvantagens da lista de tarefas são que elas são muito detalhadas e as listas de verificação são demoradas. Conforme planejado, cada piloto deve estar no assento durante todo o processo.

De acordo com a NASA, as filosofias para o design da lista de verificação podem variar de acordo com o tipo de operação. Um operador de curta distância - mais de três segmentos por dia - pode optar por evitar uma longa lista de verificação meticulosa. Listas de verificação altamente repetitivas podem levar os pilotos a desenvolver "soluções alternativas" que incluem apenas os itens críticos ou pular a lista de verificação completamente. Para o operador de longa distância - um a dois voos por dia - os pilotos podem ser menos resistentes a uma lista de verificação mais detalhada.

O CAP 676 da CAA do Reino Unido incorpora uma ferramenta de auditoria de lista de verificação (CHAT - *Checklist Audit Tool*) para determinar se uma lista de verificação está em conformidade com as melhores práticas de fatores humanos, conforme definido no documento. O CHAT é usado de forma mais eficaz como uma ferramenta de análise de lacunas para identificar áreas onde uma lista de verificação pode ser melhorada. Com esse recurso, o operador pode avaliar um checklist em aspectos como características físicas, conteúdo, layout e formato.

As características físicas analisam itens como o tamanho do documento real, contraste e cor e outros detalhes, como tipografia. Um dos erros mais comuns no design da lista de verificação é a tipografia. Há dois fatores principais que precisam ser considerados, legibilidade da impressão e facilidade de compreensão, para levar em consideração condições de leitura abaixo do ideal na cabine de comando.

A legibilidade da impressão ou discriminação envolve a seleção adequada de caracteres alfanuméricos para permitir ao leitor identificá-los rápida e positivamente de outras letras ou caracteres. A facilidade de compreensão refere-se à qualidade da palavra ou texto para permitir o rápido reconhecimento de uma única palavra, grupos de palavras, abreviaturas ou símbolos. Esses fatores, de acordo com a pesquisa, são cruciais para os documentos da cabine de comando, como listas de verificação.

Hoje existem milhares de tipos ou fontes disponíveis. Dois grupos principais de fontes são aplicáveis aos documentos da cabine de comando: Roman e Sans-serif. Roman é o estilo de fonte normalmente usados em jornais. Sans-serif inclui fontes contemporâneas (Calibri ou Arial, por exemplo) que não incluem os pequenos traços (serifas) que se projetam horizontalmente a partir da parte superior ou inferior de um traço principal. A pesquisa mostrou que o Sans-serif é mais legível do que o romano. A ausência de serifas apresenta uma tipografia mais simples e limpa. Arial ou Helvética são os preferidos.

5 MAIÚSCULA OU MINÚSCULA

Muitas listas de verificação são publicadas usando TODAS AS LETRAS MAIÚSCULAS - isso geralmente é uma tentativa de adicionar ênfase. O consenso dos pesquisadores é de que letras minúsculas são preferidas e recomendadas em vez de maiúsculas. As letras minúsculas são mais legíveis porque o padrão de uma palavra é armazenado na memória humana (pense nas "palavras visuais" que são ensinadas às crianças).

As palavras minúsculas têm ascendentes (o traço vertical de um "b" ou "d") e descendentes ("p" ou "q") que contribuem para o padrão único de uma palavra. As palavras minúsculas aparecem como "características", enquanto as palavras maiúsculas

aparecem como uma “CAIXA RETANGULAR”. O uso de palavras MAIÚSCULAS para títulos de lista de verificação é permitido, mas o estilo para cima e para baixo é o preferido (Fig. 1).



Figura 1 - Maiúscula ou minúscula (Fonte: AIN Vol. 53 Nº 3, mar 2023)

O tamanho do tipo é importante para facilitar a leitura, especialmente para pilotos mais velhos. Por volta dos 50 anos, há uma redução de 50% na iluminação da retina em comparação com uma pessoa de 20 anos. Em geral, um tamanho de fonte entre 14 e 20 é recomendado. CAP 676 e FAA 8900.1 recomendam que os cabeçalhos sejam impressos em tamanho 14 (mínimo 12) e o corpo normal de uma lista de verificação em tamanho 12 (mínimo 10). Qualquer tamanho de fonte inferior a 10 não é recomendado. As listas de verificação relacionadas à fumaça devem usar uma fonte maior para melhorar a legibilidade.

Para contraste, texto preto sobre fundo branco é o preferido (FAA e CAA) e texto preto sobre fundo amarelo é aceitável (CAA).

Projetar uma lista de verificação deve ser fácil, certo? Trinta anos atrás, os pesquisadores frequentemente se deparavam com a seguinte afirmação: “As listas de verificação são simples e diretas, então o que há para estudar sobre elas?” Para as transportadoras aéreas (121 operadoras nos EUA), o design de uma lista de verificação que incorpora considerações de fatores humanos não era uma prioridade até o início dos anos 2000.

Na aviação executiva, apenas recentemente os fabricantes adotaram pesquisas sérias de fatores humanos para renovar o design e as filosofias de listas de verificação e manuais de referência rápida (QRH - *Quick Reference Handbook*) para criar ferramentas de cockpit úteis para o usuário final. A Bombardier foi uma das primeiras a adotar esses conceitos com a introdução do Global 7500. A ideia era fazer uma lista de verificação útil para o piloto de linha do dia a dia, em contraste a um piloto de provas.