

RISCO DE AVIFAUNA: ANÁLISE DO RISCO E IMPACTOS PARA OPERAÇÕES AEROPORTUÁRIAS

Danilo Monqueiro de Souza¹
Jairo Afonso Henkes²

RESUMO

Este artigo aborda uma das questões referentes à segurança de voo, que merece preocupações para a evolução da aviação, fornecendo confiabilidade e qualidade ao setor, sendo essencial desde o início da aviação. Realizou-se uma pesquisa sobre a percepção e compreensão do risco de fauna em aeroportos, assim como da eficiência das medidas mitigadoras existentes, com uma abordagem específica da segurança de voo focada no assunto, devido aos impactos dessas colisões para a aviação. Consultou-se uma base de dados contendo artigos, documentos e livros relativos à segurança de voo, foi possível analisar os aspectos que mostram a complexidade do problema, e como ele é tratado pelas autoridades nacionais e operadores aeronáuticos. As medidas tomadas para a prevenção do problema já são importantes, com esforços dispostos na prevenção e na qualificação de pessoal já atuante na área, são de extrema importância e os valores investidos não se comparam aos gastos para cobrir um acidente ou incidente pela falta deles. Este trabalho utilizou fontes como anuários do Cenipa e dados oficiais dos aeroportos para obter informações relevantes sobre ocorrências e medidas de prevenção relacionadas ao risco de fauna. As estratégias eficientes são fundamentais para garantir a segurança operacional dos aeroportos, todavia a adoção de tecnologias modernas como radares e drones, por exemplo, podem aprimorar o gerenciamento do risco com avifauna, possibilitando um monitoramento mais eficiente, melhorando a segurança das operações aéreas.

Palavras-chave: Aviação; Segurança de voo; Risco; Avifauna; Prevenção.

¹ Graduando em Tecnologia do Transporte Aéreo na Faculdade Tecnologia AEROTD. E-mail: danilo.monqueiro@gmail.com

² Mestre em Agroecossistemas (UFSC, 2006). Especialista em Administração Rural (UNOESC, 1997). Engenheiro Agrônomo (UDESC, 1986). Professor e Pesquisador nas Áreas de Gestão Ambiental, Ciências Aeronáuticas, Agronomia, Administração e Engenharia Ambiental. AEROTD. <https://orcid.org/0000-0002-3762-471X>. E-mail: jairohenkes333@gmail.com

BIRD RISK: RISK ANALYSIS AND IMPACTS FOR AIRPORT OPERATIONS

ABSTRACT

This article addresses one of the issues relating to flight safety, which deserves concern for the evolution of aviation, providing reliability and quality to the sector, which has been essential since the beginning of aviation. Research was carried out on the perception and understanding of the risk of fauna at airports, as well as the efficiency of existing mitigating measures, with a specific approach to flight safety focused on the subject, due to the impacts of these collisions on aviation. A database containing articles, documents and books related to flight safety was consulted, it was possible to analyze the aspects that show the complexity of the problem, and how it is treated by national authorities and aeronautical operators. The measures taken to prevent the problem are already important, with efforts made to prevent and qualify personnel already working in the area, they are extremely important and the amounts invested do not compare to the expenses to cover an accident or incident due to lack of them. This work used sources such as Cenipa yearbooks and official airport data to obtain relevant information on occurrences and prevention measures related to wildlife risk. Efficient strategies are fundamental to guarantee the operational safety of airports, however the adoption of modern technologies such as radars and drones, for example, can improve risk management with birdlife, enabling more efficient monitoring, improving the safety of air operations.

Keywords: Aviation; Flight safety; Risk; Avifauna; Prevention.

ISSN 2763-7697

1 INTRODUÇÃO

Como em todos os setores aeronáuticos, a segurança de voo vem sendo muito importante durante a evolução na aviação, prezando a qualidade nesse setor. A segurança de voo é essencial desde o início da aviação, pois é parte integral de uma operação eficiente, garantindo assim bons resultados na operação e, de acordo com Santos e Souza (2021), seus custos são baixos em comparação a sua inexistência, gerando assim, muito mais custos em eventuais reparos causados por um acidente ou incidente.

Um dos problemas trabalhados quando a questão é segurança em voo é o risco de fauna, um problema complexo que abrange companhias aéreas,

operadores de aeródromos e seus usuários, somados ao desgaste ambiental causado pelas operações aeronáuticas em solo e em voo. O controle de dados de acidentes envolvendo avifauna, sejam elas de qualquer porte e espécie, é de competência do Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA), através dos reportes feitos de acidentes dessa natureza.

A coleta e estudo desses dados são de extrema importância e possibilita um plano de ação funcional e efetivo para a diminuição do problema e, além disso, que cause poucos impactos ao ambiente durante o seu processo. Devido à importância e impacto do problema, vemos que é necessário o foco no risco de fauna, para que assim possam-se minimizar os impactos e os números de acidentes e incidentes ocorridos pelo devido caso, preservando a vida.

A colisão entre aves e aeronaves ocorre desde os primórdios da aviação e o perigo avifauna é um problema para a aviação em todo mundo, seja civil quanto militar. Segundo Santos e Souza (2021), entende-se colisão com pássaros (fauna) como sendo a evidência ou dano decorrente do choque de aeronave em deslocamento com aves ou bando de aves.

De acordo com o CENIPA (2021), ocorrências relacionadas a colisão com aves, trouxeram custos superiores a setenta e seis milhões de dólares para a aviação comercial brasileira na última década (2011-2020), além de aeronaves que permanecem em manutenção deixando de operar. Embora nenhuma vítima fatal tenha sido registrada no período, seguindo as recomendações do Anexo 13 da Convenção Internacional de Aviação Civil, é necessário que as causas sejam identificadas e divulgadas, para um constante acompanhamento do problema, evitando ocorrências repetidas e conseqüentemente, fatalidades.

Sendo assim, nota-se a importância de reportes, mesmo que seja um simples avistamento nas imediações dos aeroportos ou em qualquer fase do voo, para que os dados sejam coletados e apresentados. Neste sentido, é possível identificar os principais fatores contribuintes, promover uma avaliação do problema, além de propor ações para a redução do índice desta ocorrência.

Considerando a aviação uma atividade de risco, onde a busca pela segurança operacional deve ser de forma proativa, em relação ao risco de

colisão com aves, existem ferramentas suficientes para reportes e divulgação dos fatos? Quais medidas protetivas e preventivas são adotadas?

O objetivo do trabalho será identificar ameaças e consequências do perigo de colisão com pássaros e fauna, além de descrever as medidas de prevenção e mitigação do risco de avifauna. Tem ainda como objetivos específicos:

- Descrever as ocorrências registradas com avifauna, no Brasil e nos aeroportos brasileiros.
- Descrever as estratégias de gerenciamento do risco de fauna, identificando espécies mais comuns e seus comportamentos, bem como métodos de afugentamento utilizados nos aeroportos.
- Identificar as modernas técnicas e propor a adoção de alguma delas para a solução de situações problema nos aeroportos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Uma colisão com pássaros pode ser uma ameaça significativa à segurança operacional aérea. Na verdade, mais de 90% dos danos por objetos estranhos (FODs) podem ser atribuídos a criaturas aviárias (MAO; MEGUID; NG, 2008). Consequentemente, a colisão com pássaros é uma das preocupações de segurança mais importantes na indústria de aviação (HEDAYATI; SADIGHI; MOAMMADI-AGHDAN, 2014). As colisões com pássaros causaram inúmeros acidentes, resultando em danos a aeronaves e vítimas fatais, por isso a necessidade de aprofundamento do assunto visando a segurança de voo.

2.1 SEGURANÇA DE VOO

Segurança de voo, segundo a ICAO (2018, p. 9) é “o estado em que os riscos associados às atividades de aviação, relacionados ou em apoio direto à operação de aeronaves, são reduzidos e controlados a um nível aceitável”. A segurança de voo é dinâmica. Assim como o risco de fauna, novos perigos e riscos de segurança de voo podem surgir e devem ser mitigados.

É importante notar que o desempenho de segurança aceitável é muitas vezes definido e influenciado por normas e culturas nacionais e internacionais (ICAO, 2018). Enquanto os riscos forem mantidos sob um nível adequado de controle, um sistema tão aberto e dinâmico quanto a aviação, pode ser melhorado e mantido seguro.

2.1.1. História da Segurança de Voo

Sabendo da necessidade de um foco maior quando o assunto é segurança de voo, temos a noção da evolução nessa área com o passar do tempo. Mas esse pensamento não vem de agora, desde a década de 1940, no período pós-guerra onde o transporte aéreo já estava no cenário mundial com o transporte de cargas e passageiros, se sentia a necessidade de uma padronização nas regras gerais na aviação, proporcionando assim aos usuários de todo o mundo, segurança e eficiência nos serviços prestados pelas companhias. Durante o ano de 1944, na cidade de Chicago foi assinada a convenção de Chicago, sendo um marco na história da aviação mundial, no dia 7 de dezembro do mesmo ano, era dado início a uma nova era para o transporte aéreo, que criou a *Internacional Civil Aviation Organization* (ICAO) e elaborou “os padrões e as recomendações que proporcionariam, entre outros resultados, um desenvolvimento seguro e ordenado da aviação internacional” (LIRA, 2015, p. 5).

Os 191 países signatários da ICAO mantem as regras padronizadas, seguindo os anexos emitidos pela Organização, onde são estabelecidos padrões e práticas sobre diversos fatores e assuntos que fazem parte da aviação civil internacional como um todo, designando diversos anexos com o foco em segurança de voo. Com objetivo de se estabelecer níveis mínimos e aceitáveis de segurança, destacam-se, o Anexo 1 - Licença de pessoal, Anexo 8 - Aeronavegabilidade, Anexo 13 - Investigação de Acidentes Aeronáuticos e o mais atual, Anexo 19 - Gestão de Segurança Operacional (LIRA, 2018).

No Brasil, país também signatário da ICAO, a segurança de voo fica sobre a responsabilidade da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), que tem por objetivo promover a segurança e a regularidade em todos os campos da aviação

Civil. Seguindo o Anexo 13 onde os países signatários encontram as diretrizes de atuação na área de investigação de acidentes aeronáuticos, no Brasil,

[...] o órgão responsável pela investigação de acidentes é o Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes (CENIPA) do Comando da Aeronáutica. Na ANAC, a Gerência Geral de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (GGIP) assessora a Agência e centraliza as informações relativas a acidentes, atuando em coordenação com o CENIPA (LIRA, 2015, p. 6).

Do qual evidencia o importante envolvimento e a harmonia de diferentes órgãos contribuindo para com a segurança de voo. Já o anexo 19 da ICAO cita sobre a gestão de segurança operacional, que no Brasil seria o SGSO (Sistema de Gerenciamento de Segurança Operacional), com responsabilidade da Agência Nacional de Aviação Civil. O propósito do SGSO é “[...] integrar o gerenciamento de risco dentro dos modernos conceitos de gestão, de maneira a garantir a segurança operacional de forma proativa” (ANAC, 2018, site). Dada a crescente complexidade do sistema de transporte aéreo e para assegurar a operação das aeronaves, o Anexo 19 apoia e guia o desenvolvimento contínuo de estratégias proativas para melhorar o desempenho de segurança operacional, colaborando para o foco no risco de fauna.

2.1.2. Registro histórico: O voo US Airways 1549

O voo US Airways 1549 que partia de Nova Iorque com destino a Charlotte na Carolina do Norte, ocorreu no dia 15 de janeiro de 2009, no qual durante sua trajetória de subida atingiu um bando de gansos do Canadá, resultando em uma perda imediata de ambos os motores da aeronave Airbus A320-214, com matrícula N106US (NTSB, 2010). A aeronave que se dirigia a Charlotte, após o choque com o bando de gansos, percebeu que não seria possível o retorno ao aeroporto de LaGuardia (LGA), e decidiu então realizar um pouso de emergência sobre o rio Hudson, conforme rota demonstrada na Figura 1, a aproximadamente 8,5 milhas de distância do aeródromo de partida. Todos os 150 passageiros, incluindo cinco membros da tripulação evacuaram a aeronave pelas saídas de

emergência. Apenas quatro passageiros e um membro da tripulação sofreram lesões mais serias, e o avião ficou totalmente destruído.

Figura 1 - Rota do voo 1549 até a área de toque no rio



Fonte: NTSB, 2010.

Segundo o relatório, as causas foram a ingestão de grandes aves para o interior do motor, causando uma quase parada imediata de todos os motores, perdendo a potência, causando o pouso de emergência sobre o rio Hudson. O que contribuiu diretamente para a sobrevivência de todos os passageiros foi a capacidade técnica da tripulação ao efetuar os procedimentos corretos de evacuação, os equipamentos dispostos no avião que permitiam a evacuação por água, as equipes de resgate atuantes na sequência do ocorrido, e o poder de decisão preciso do capitão da aeronave, ao escolher o pouso no rio (NTSB, 2010).

2.1.3. Risco Avifauna: Definições, cenário nacional e possibilidades

Discutir o risco avifauna demanda considerar a questão em alguns de seus aspectos fundamentais. Torna-se relevante situar alguns determinantes dos

riscos: espécies nocivas, condições que caracterizam os incidentes e percurso estratégico delineado para interferência e mitigação dos riscos. O cenário estatístico de reportes de colisões de aeronaves com aves também é importante no sentido de mensurar o desafio do risco avifauna e os resultados das estratégias de mitigação implementadas. A partir daí, com base na caracterização de aspectos do PGRF – Programa de Gerenciamento de Risco de Fauna é possível conduzir uma discussão que apontem avanços na mitigação e minimização do risco avifauna para o setor aéreo.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Segundo Lenzi e Melo (2022, p. 73), “os procedimentos metodológicos apresentam os métodos que serão adotados para a realização da pesquisa”. Sendo assim, apresentar-se-á, nos itens a seguir, os procedimentos utilizados para estruturar e desenvolver adequadamente o trabalho de conclusão de curso.

3.1 TIPO DE PESQUISA

A pesquisa é de natureza aplicada, com objetivos descritivos e exploratórios, através de levantamento bibliográfico e documental, tendo abordagem qualitativa. A pesquisa bibliográfica tem por definição:

[...] o levantamento, a leitura, o fichamento, a análise e a interpretação de informações manuscritas, impressas ou digitalizadas, obtidas de livros, periódicos e demais artefatos culturais, físicos ou eletrônicos, passíveis de formarem bibliografia sobre um determinado assunto e de serem depositados em uma biblioteca real ou virtual para fins de consulta (RAUEN, 2018, p. 73).

Para atingir o objetivo do trabalho, além de uma pesquisa bibliográfica realizada com a finalidade de apresentar a teoria utilizada como base para clarificar conceitos importantes, foi conduzida uma pesquisa documental, voltada para a necessidade de levantamento de dados referente à quantidade de ocorrências de avistamentos, quase-colisões e colisões relacionados ao risco avifauna.

De forma a permitir melhor compreensão do trabalho foram estabelecidos objetivos específicos que auxiliaram na estratégia para se alcançar o objetivo final. Utilizou-se da abordagem qualitativa, buscando a interpretação dos fenômenos que envolvem a atividade aérea conflitante com a presença de avifauna nos aeroportos (LENZI; MELO, 2022).

3.2 PROCEDIMENTOS PARA COLETA DE DADOS

No presente estudo, foram adotados procedimentos cuidadosos para a coleta de dados, a fim de garantir a qualidade e abrangência das informações obtidas. De acordo com Gil (2002), a pesquisa se classifica em diferentes modalidades, sendo que os procedimentos de coleta de dados podem incluir levantamentos bibliográficos, análise de documentações, entrevistas diretas com especialistas no assunto, bem como a análise de exemplos que auxiliam na compreensão do tema. Nesse sentido, buscou-se obter dados relevantes por meio de um questionário aplicado a operadores de aeroportos delimitados, a fim de coletar informações atualizadas e confrontar os métodos utilizados no gerenciamento de risco de avifauna.

Para a coleta dos dados, também foram consultados uma variedade de materiais e fontes confiáveis. Inicialmente, foi realizada uma revisão bibliográfica abrangente, que abarcou livros, artigos científicos, relatórios técnicos, reportagens especializadas e sites especializados. Essas fontes proporcionaram embasamento teórico sobre fatores contribuintes para incidentes e acidentes aeronáuticos, risco de fauna e as medidas preventivas relacionadas à segurança operacional.

Além disso, foram analisados documentos relevantes, tais como a legislação que rege a Aviação Civil Brasileira. Os Regulamentos Brasileiros da Aviação Civil (RBAC), as Instruções Suplementares aos Regulamentos (IS), o Código Brasileiro de Aeronáutica (CBA), os documentos emitidos pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) e os dados disponibilizados pelo Sistema Integrado de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SIPAER) foram consultados minuciosamente. Esses documentos fornecem requisitos, padrões de

procedimentos e diretrizes relevantes para o assunto proposto, contribuindo para embasar a análise e as recomendações apresentadas neste trabalho.

Por meio desses procedimentos de coleta de dados, foi então possível obter uma ampla variedade de informações, tanto teóricas quanto práticas, contribuindo para uma análise abrangente e embasada sobre o gerenciamento de risco de avifauna nos aeroportos. Esses dados foram essenciais para o desenvolvimento deste trabalho, permitindo a compreensão dos desafios enfrentados e a proposição de recomendações para aprimorar a segurança operacional nesse contexto.

3.3 ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos dados foi feita com uma abordagem qualitativa através da avaliação de conteúdo, pois “essa técnica possibilita a descrição do conteúdo manifesto e latente das comunicações” (GIL, 2002, p. 89). Sendo assim um processo contínuo durante o período da pesquisa e investigação, buscando informações com operadores dos aeroportos referentes aos métodos preventivos utilizados, onde foi possível efetuar o cruzamento de diferentes fontes de informações acerca da efetividade destes métodos.

Os métodos de análise também foram realizados eletronicamente com o apoio da internet o que facilitou e aproximou a obtenção de informações bibliográficas e documentais. Portanto, os dados foram analisados e reduzidos com o objetivo de simplificar e selecionar os acidentes e incidentes, métodos gerenciais adotados referentes ao risco avifauna nos aeródromos delimitados, apresentando-os em forma de gráficos e tabelas para melhor compreensão.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As informações dos itens a seguir contribuem para uma discussão aprofundada sobre o cenário nacional e dos aeroportos delimitados neste trabalho. Além disso, fornecem visões relevantes sobre a eficácia das medidas adotadas no gerenciamento de risco de avifauna nos aeroportos e ressaltam a

necessidade de investimentos em tecnologias e estratégias de monitoramento para aprimorar a segurança operacional aérea.

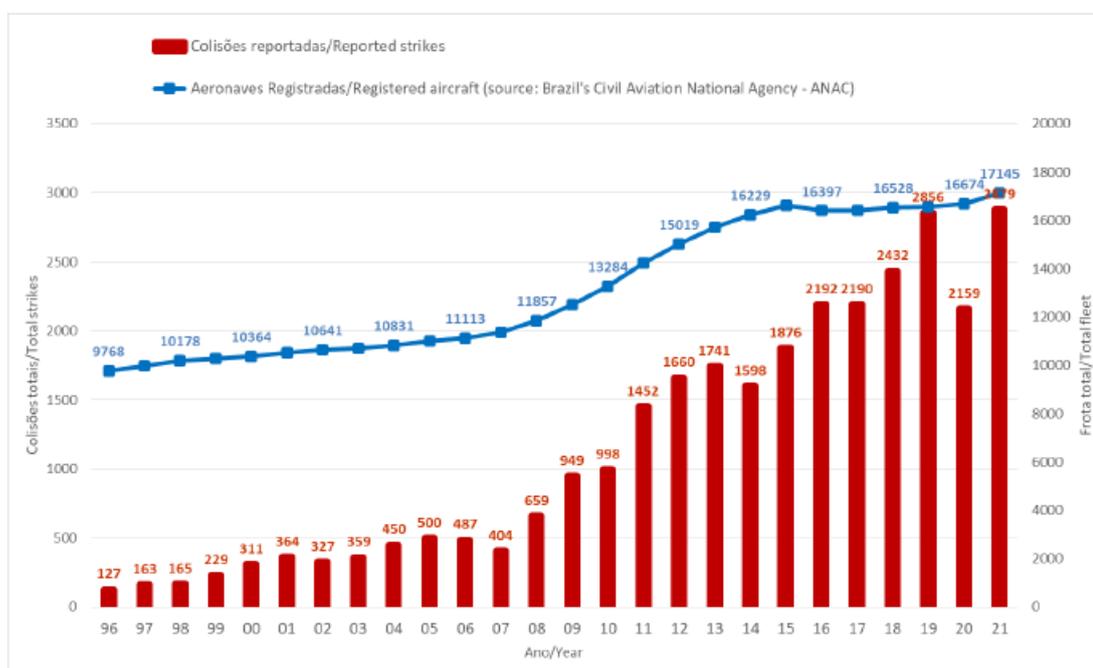
4.1 CENÁRIO ESTATÍSTICO DAS COLISÕES ENVOLVENDO AVIFAUNA E AERONAVES

De acordo com os dados fornecidos pelo CENIPA (Gráfico 1), considerando o espaço aéreo brasileiro, de 1996 a 2021 as colisões (reportadas) subiram de 127 para 2879. Em um aumento vertiginoso de quase 23 vezes. Ao comparar o número de registros de colisões com o número de aviões registrados, o quantitativo de colisões sobe de 0,014/aeronave registrada, para 0,167. Considerando que se passaram 25 anos entre 1996 e 2021, o número de colisões não diminuiu, e ainda aumentou sem que isso se justifique pelo aumento de aeronaves registradas.

Porém, podemos notar que 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. Em síntese, não há progresso substancial quanto ao risco de fauna. Essa é a realidade constatada.

ISSN 2763-7697

Gráfico 1 - Colisões reportadas no Brasil pela frota de aeronaves registradas no período de 1996 a 2021

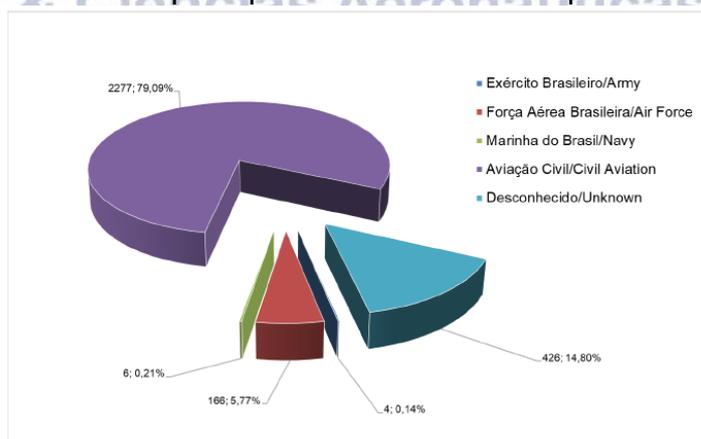


Fonte: CENIPA, 2022.

Se observado o índice de colisão por setores de operação, percebe-se que a aviação civil é a mais atingida, com 2277 casos, totalizando a grande maioria com percentual de 79,09% dos incidentes, demonstrados no Gráfico 2.

Revista Brasileira de Aviação Civil

Gráfico 2 - Colisões por tipo de atividade dos operadores em 2021



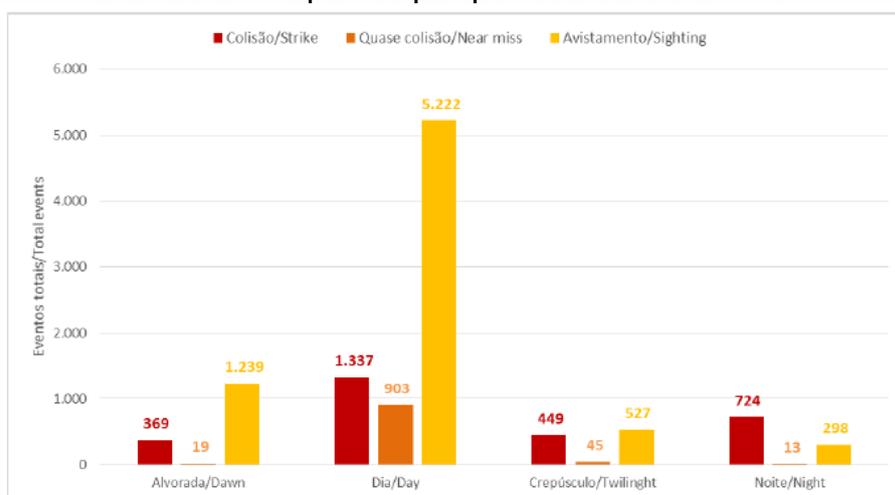
Fonte: CENIPA, 2022.

Diante dessa situação, o próximo passo consiste em compreender os principais fatores que contribuem para o risco de avifauna, considerando elementos internos e externos. Vale destacar o aumento da ocupação do espaço aéreo (número de aeronaves, linhas aéreas, decolagens, voos), comportamento

da fauna quanto ao uso do espaço aéreo, tipo de fauna que incide em colisão, estratégias de afastamento, dentre outros.

De acordo com o Anuário de Risco de Fauna 2021, do CENIPA, os dados revelam que os incidentes envolvendo fauna acontecem com mais frequência durante o dia. Isso é indicado pelo Gráfico 3, que mostra uma maior concentração de ocorrências em horários diurnos.

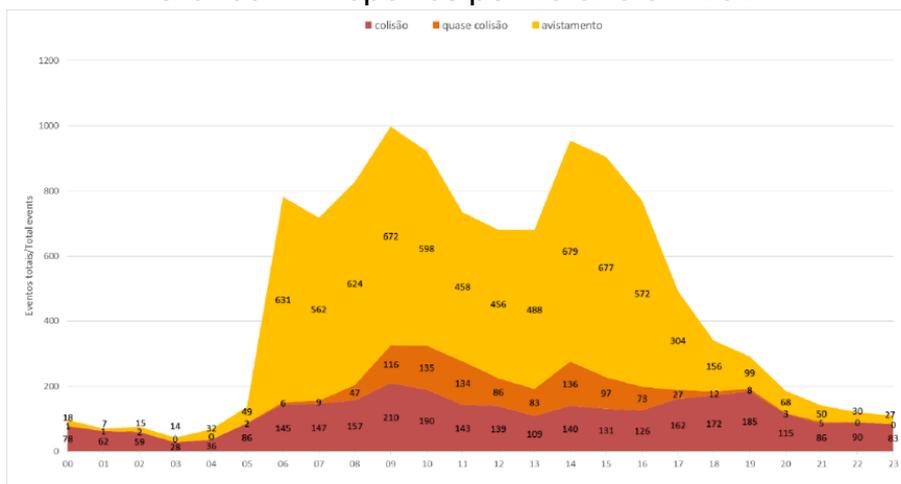
Gráfico 3 – Reportes por período do dia em 2021



Fonte: CENIPA, 2022.

Além disso, o Anuário também aponta que os momentos de maior risco são na parte da manhã e no início da tarde, como mostra o Gráfico 4. Nesse período, há uma transição do fim do primeiro semestre do ano para o início do segundo, conforme revelado pelo Gráfico 5.

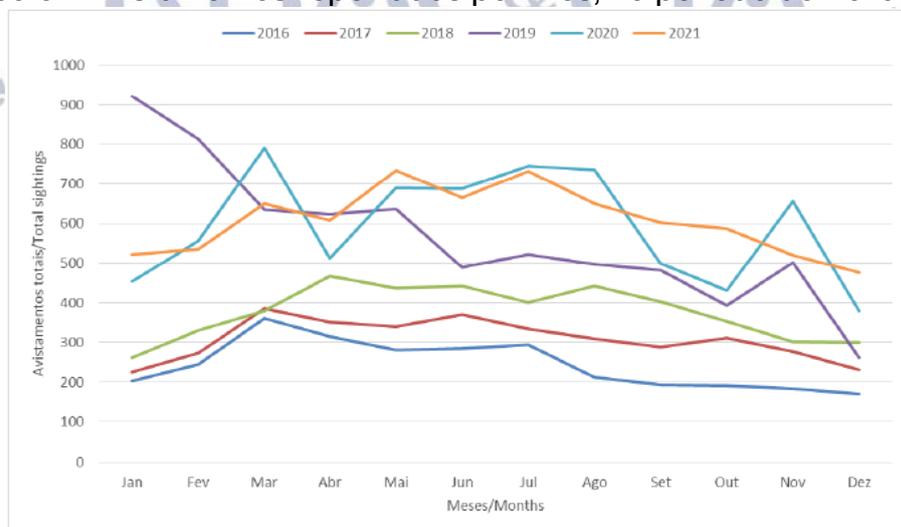
Gráfico 4 - Reportes por horário em 2021



Fonte: CENIPA, 2022.

A presença do fator "luz" é um fator significativo nos incidentes com fauna, tanto em relação aos impactos consumados quanto no risco de quase-colisão ou avistamento. Essa conclusão é apoiada pelos dados apresentados no Anuário de Risco de Fauna 2021, do CENIPA.

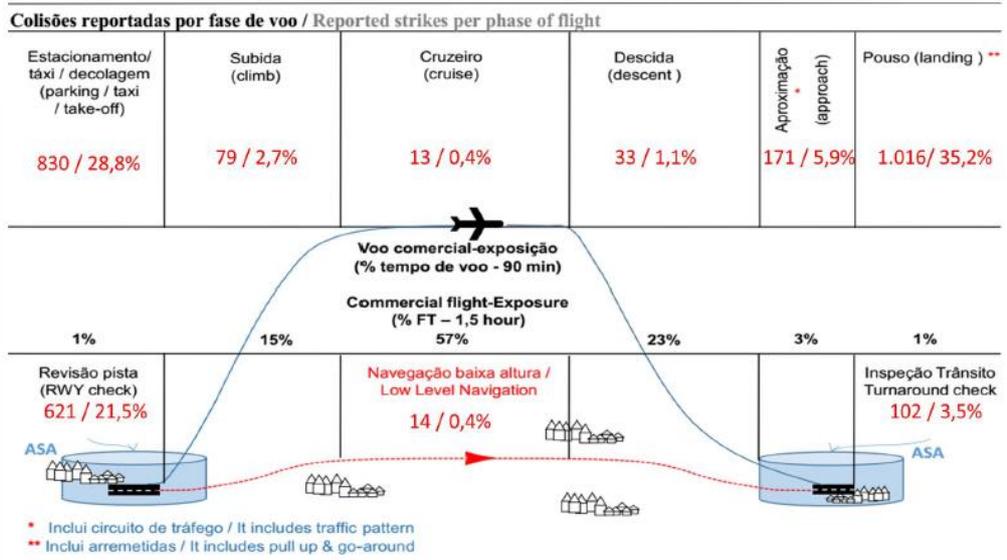
Gráfico 5 - Avistamentos reportados por mês, no período de 2016 a 2021



Fonte: CENIPA, 2022.

Em relação à fase do voo, a maior incidência de colisões acontece na decolagem e pouso, conforme se percebe na Figura 2 e Gráfico 6:

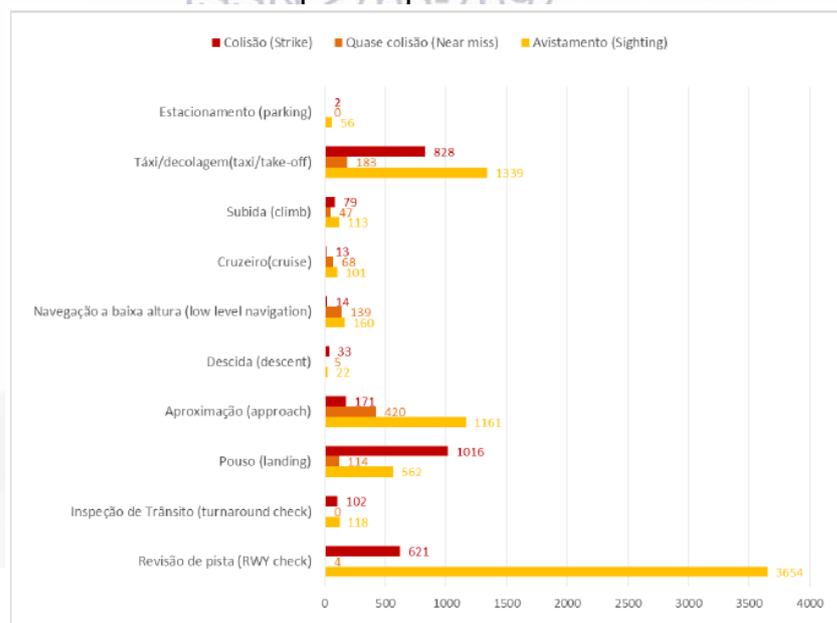
Figura 2 - Colisões de acordo com fases de voo em 2021



Fonte: CENIPA, 2022.

Considerando as fases do voo que ocorrem dentro ou ao redor do aeroporto (taxi, decolagem, pouso e taxi após o pouso), é possível perceber que as colisões reportadas nos aeroportos, dentro da área de segurança aeroportuária e proximidades representam 89% de todos as colisões relatados. Deste modo fica evidente que as colisões ocorrem efetivamente em sua maioria nos aeroportos, demandando grande atenção e esforço dos operadores aeroportuários.

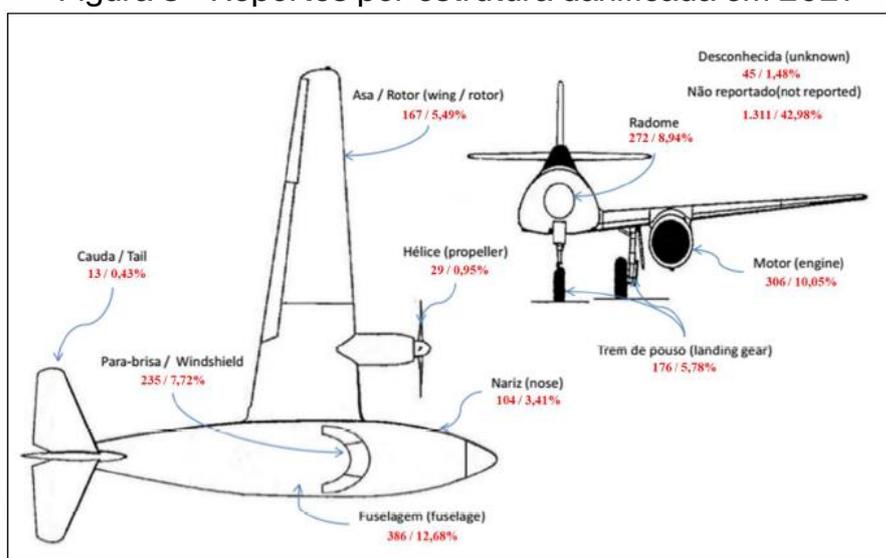
Gráfico 6 – Reportes por fase de voo em 2021



Fonte: CENIPA, 2022.

Quanto à área de impacto na aeronave, a maior incidência ocorre nas áreas mais amplas que atraem os animais, em razão da aerodinâmica: fuselagem, com 12,68%; motor, com 10,05 % e asa, com 5,49%), conforme se observa na Figura 3.

Figura 3 - Reportes por estrutura danificada em 2021



Fonte: CENIPA, 2022.

A partir desses dados é possível prever incidências e a forma como elas ocorrem. No entanto, é preciso frisar que qualquer evento é um risco importante – mesmo um “simples” avistamento – pois uma ave presente na área de operação e voo significa a possibilidade de colisão e decorrente fatalidade, transtorno ou prejuízo financeiro.

4.2 ESPÉCIES MAIS ENVOLVIDAS EM COLISÕES NO CENÁRIO NACIONAL

Segundo o Anuário do Risco de Fauna 2021 (CENIPA), no Brasil demonstra-se através do Quadro 1 que, 46,3% das espécies que se envolveram em alguma colisão não foram identificadas, o que dificulta muito o trabalho de gerenciamento de Fauna.

Quadro 1 - Espécies mais envolvidas em colisões no Brasil

Ordem/Família (Order/Family)	Espécie/Species	Quantidade	Porcentagem
	Não identificada	1351	46,3%
Tytonidae	Coruja-da-igreja/rasga-mortalha/suindara	20	0,7%
Strigidae	Coruja -buraqueira	73	2,5%
	Corujas	11	0,4%
Outras/Other	Outros (morcegos)	75	2,6%
	Outros (mamíferos)	30	1,1%
	Outros (répteis > 1,5 kg)	16	0,5%
	Passeriformes pequenos	11	0,4%
Laridae	Gaiivotas	8	0,3%
Icteridae	Polícia-inglesa-do-sul/furacão-do-arroz/papa-arroz	12	0,4%
Hirundinidae	Andorinha-pequena-de-casa	24	0,8%
	Andorinha-do-rio/ribeirinha	23	0,8%
	Andorinhas / família Hirundinidae	19	0,7%
	Andorinha-doméstica-grande	9	0,3%
	Andorinha-do-campo	8	0,3%
Fregatidae	Fragata/tesourão	8	0,3%
Falconidae	Carcará/carancho	169	5,9%
	Falcão-quiriquiri	19	0,7%
Columbidae	Pombo-doméstico	48	1,6%
	Pomba-de-bando/arriçaã/arriçação	21	0,7%
	Pombos / Rolinhas // Família Columbidae	15	0,5%
	Pombão/asa-branca/legítima/carijó	9	0,3%
Charadriidae	Quero-quero/tetêu	536	18,4%
Caviidae	Outros (Capivara)	7	0,3%
Cathartidae	Urubus	74	2,6%
	Urubu-de-cabeça-preta/corvo/apitã	36	1,2%
	Urubu-de-cabeça-vermelha	11	0,4%
Caprimulgidae	Coruçã/tabaco-bom	33	1,2%
Canidae	Outros (cachorro doméstico ou selvagem)	9	0,3%
Apodidae	Andorinhão-do-buriti/poruti	15	0,5%
	Outras/Other	205	7,0%

Espécies nocivas à aviação brasileira, de acordo com o Parecer Técnico nº 04/2013/GRF/DCBIO/SBF/MMA.

Fonte: GENIPA, 2022.

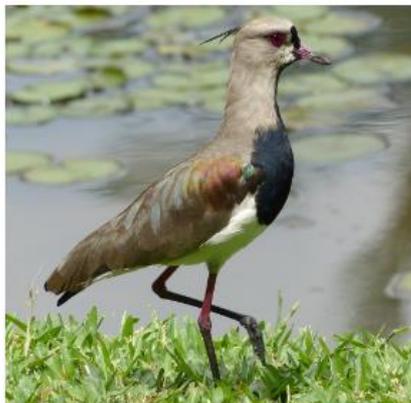
Não obstante, dentro das identificadas, destacam-se o “Quero-quero”, que aparece com um total de 18,4%, o “Carcará” com 5,9% e os “Urubus” com 2,6%. Compreender as características dessas aves e suas interações com o ambiente aeroportuário é fundamental para garantir a segurança das operações aéreas e a preservação da fauna local. Sendo assim, levantar as características das aves envolvidas em colisões com aeronaves é importante para direcionar estratégias efetivas de gerenciamento de risco de avifauna em aeroportos.

4.2.1 Características de um Quero-quero

O Quero-quero (Figura 4), em média, mede 37 cm, pesando 277g. apresenta um esporão ósseo pontiagudo, medindo cerca de 1 cm de comprimento, localizado na junção das asas. Sua plumagem exhibe um desenho marcante, com predominância das cores preto, branco e cinza. Uma faixa preta se estende desde o pescoço até o peito, e a região posterior da cabeça possui

penas longas, formando um penacho. A íris e as pernas possuem coloração avermelhada. Durante o voo ou em situações de confronto com rivais ou inimigos, a ave exibe o esporão ao levantar uma das asas (EMBRAPA, 2023).

Figura 4 - Imagem de um Quero-quero



Fonte WIKIAVES, 2013.

O quero-quero é uma ave omnívora que se alimenta tanto de animais quanto de vegetais. Sua dieta (Quadro 2) pode incluir insetos, minhocas, sementes, frutas e pequenos vertebrados, como roedores e lagartos. Sendo assim os aeroportos um ambiente propício para a proliferação destas aves.

Revista Brasileira de Aviação Civil

Quadro 2 - Características do Quero-quero

Ordem	Charadriiformes
Família	Charadriidae 36
Nome em inglês	Southern lapwing
Habitat	Campos e Fazendas
Alimentação	Larvas de insetos, insetos, pequenos crustáceos, moluscos e outros artrópodes que encontra na terra.

Fonte: EMBRAPA, 2023.

Ainda de acordo com a EMBRAPA (2023), o Quero-quero é uma espécie territorialista com comportamento agressivo em áreas abertas, como pastagens e aeroportos. Essa ave pode representar um risco significativo de colisão com aeronaves, já que pode voar em direção a elas em tentativa de afastar ameaças percebidas.

4.2.2 Carcará

É uma das aves de rapina mais abundantes no Brasil, sendo encontrada em campos naturais, pastagens, praias e até mesmo áreas urbanas. Possui uma alimentação oportunista, se alimentando de invertebrados, pequenos mamíferos e até mesmo animais moribundos ou atropelados nas estradas (Quadro 3). Além disso, é conhecida por diversos nomes, como Carancho, Gavião-de-queimada, Caracará e Carcará. Também conhecido como Carancho, Gavião-de-queimada, Caracará e Carcará (MENQ, 2018).

Quadro 3 - Características do Carcará

Ordem	Falconiformes
Família	Falconidae
Nome em inglês	Caracara
Habitat	Campos, savanas, praia
Alimentação	Carcaças

Fonte: Menq, 2018.

O carcará (Figura 5) é uma ave de rapina encontrada em diversas regiões do Brasil. Ele possui um corpo robusto, com envergadura de asas que pode atingir até 1,3 metros, garras afiadas e um bico forte e curvado, características que o tornam um predador eficiente.

Figura 5 - Imagem de um Carcará



Fonte: Menq, 2018.

Sendo o Carcará uma espécie de ave de rapina, esta pode se alimentar de animais mortos em áreas próximas ao aeroporto, atraindo outros animais, como urubus, para o local. Além disso, o carcará pode sobrevoar a pista em busca de presas, aumentando o risco de colisões com as aeronaves (ANAC, 2013).

4.2.3 Urubu cabeça preta

Trata-se do urubu mais comum e distribuído do Brasil. É comum avistá-lo voando em círculos sobre áreas urbanas, fazendas e espaços abertos, ou descansando nas bordas de prédios, torres de comunicação e postes de energia elétrica. Alimenta-se principalmente de animais mortos (Quadro 4), e sua área de ocorrência tem-se expandido com a urbanização. Conhecido também como urubu-comum, corvo e urubu-preto (MENQ, 2018).

Quadro 4 - Características do Urubu cabeça preta

Ordem	Cathartiformes
Família	Cathartidae
Nome em inglês	Black vulture
Habitat	Campos naturais, áreas rurais e centros urbanos.
Alimentação	Carniça

Fonte: Menq, 2018.

A presença de Urubus cabeça preta (Figura 6) é sempre uma preocupação para a segurança aérea, pois essa ave necrófaga pode se alimentar de animais mortos em áreas próximas ao aeroporto, atraindo outros animais e aumentando o risco de colisões com as aeronaves.

Figura 6 - Imagem do Urubu cabeça preta



Fonte: Menq, 2018.

Por fim, essa espécie pode utilizar a área do aeroporto como um local de repouso e pouso para sua atividade alimentar, aumentando ainda mais o risco de acidentes aéreos causados por colisão com aves (CARRIÇO, 2019).

4.4 GERENCIAMENTO E CONTROLE DO RISCO AVIFAUNA

Em um contexto mais amplo, é preciso considerar também que a presença de um aeroporto em determinada região, bem como, a definição de rotas de voo (trajetos e horários), devem ser planejadas levando em conta que a presença do transporte aéreo surge em espaço não somente urbano, mas também em áreas fora de cidades e próximos a áreas rurais que antes abarcava um sistema ecológico com vida animal estabelecida. Nesse sentido, vale a reflexão de França *et al.*, (2011):

Como vem sendo implementada a temática ambiental nas práticas de gestão e planejamento dos aeroportos no Brasil, elas têm apenas incorporado o discurso do desenvolvimento sustentável ou tem realmente caminhado rumo a sustentabilidade urbana via associação de políticas urbanas e ambientais socialmente justas? (FRANÇA *et al.*, 2011, p. 45).

O risco de fauna não surge por acaso, mas está atrelado ao desenvolvimento da cidade, à transformação do ambiente e da paisagem. Assim sendo, toda a atividade aeroportuária deve ser planejada logística e

estrategicamente de modo a prever as decorrências da interferência urbana em determinada região geográfica. As operações aéreas nas proximidades dos aeroportos brasileiros devem ser organizadas de forma que cada interferência e sua respectiva implicação seja cercada, de forma a garantir a segurança dos voos. A ANAC, como órgão que regulamenta a aviação, empenha esforços no sentido de mitigar os riscos, com inspeção, verificação de procedimentos e mensuração e observação de medidas mitigadoras:

Na ANAC, os esforços se concentram nas inspeções sistemáticas na área de infraestrutura nos aeroportos, no âmbito do Programa Anual de Inspeções Aeroportuárias – PAIA, onde são vistoriados os procedimentos de gerenciamento do perigo da fauna, bem como as condições do sítio aeroportuário no tocante à atratividade de pássaros. Outro trabalho importante é o processo de Certificação Operacional dos Aeroportos, no qual o programa de gerenciamento do perigo da fauna é parte integrante do processo. Além disso, são observadas as medidas mitigadoras postas em prática pelos operadores aeroportuários, tais como manejo e controle da fauna local, manutenção das áreas verdes, controle e eliminação de áreas alagadas, estado de conservação das valas de drenagem e das cercas patrimoniais (BRASIL, 2011, p. 01).

Nesse sentido, a ANAC tem importante papel na supervisão e acompanhamento do trabalho realizado no interior dos aeroportos. Dentre os vários papéis desempenhados pela ANAC no acompanhamento e regulação das operações de voo, a segurança destas é assumida como papel fundamental.

Conforme diretrizes do RBAC 164 – Gerenciamento do Risco de Fauna nos Aeródromos Públicos, especifica-se que é necessário implementar a Identificação do Perigo da Fauna (IPF) e um Programa de Gerenciamento do Risco da Fauna (PGRF). Os reportes de colisão e riscos na área de operação são partes previstas dessas duas estratégias de mitigação do risco avifauna. Sendo assim, caracteriza-se um a IPF e o PGRF pela observação, levantamento de risco e estabelecimento de risco no perímetro da operação.

O documento prevê “ações específicas para o gerenciamento do risco de colisão entre aeronaves e a fauna, por intermédio da compreensão dos fatores que originam o perigo e da definição de medidas para eliminar ou mitigar o risco” (ANAC, 2014, p. 03) e, assim sendo, todo um trabalho de prever os elementos que originam em condicionam o risco avifauna. A IPF consolida um trabalho

prévio, preventivo e proposta de ações (incluindo-se manejo de aves estruturado no Plano de Manejo de Fauna em Aeródromos) que são implementadas no PGRF, que objetiva redução progressiva do risco. Ambos os documentos deverão ser submetidos à ANAC, de acordo com as prerrogativas estabelecidas nos regulamentos.

4.4.1 Documento IPF – Identificação do Perigo da Fauna

De acordo com o Regulamento da Aviação Civil, RBAC 164, o IPF trata-se de um documento que tem como objetivo identificar a situação do risco de fauna em um aeródromo, a fim de propor um plano de ações para mitigá-lo. Além disso, esse documento fornece bases científicas para o desenvolvimento, implantação e aprimoramento de um PGRF (ANAC, 2014). Nessa etapa da administração do risco de colisões com a fauna, conduzida por um profissional com graduação ou pós-graduação habilitado para lidar com fauna doméstica e silvestre, o risco é consolidado em dados, considerando-se o período mínimo de um ano.

A IPF irá conter: contextualização da necessidade da elaboração da IPF, identificação das espécies que representam risco e suas características; identificação e localização dos focos de atração das aves; análise do risco de fauna; listagem de ações mitigadoras do risco, com escala de prioridade, inclusive. Assim sendo, o IPF irá garantir as informações e todo um conjunto de dados preditivos e que caracterizarão o contexto de atuação na gestão do risco de fauna e, especificamente, do risco avifauna.

Estabelecido o IPF, segue-se o PGRF, no qual serão implementadas as estratégias de gerenciamento de risco controle do perigo avifauna. Como pode ser observado, o gerenciamento, controle e mitigação do risco avifauna são realizados por meio de um conjunto de iniciativas que coletam e analisam dados, resultando em estratégias eficazes. Dessa forma, o PGRF desempenha um papel crucial ao lidar com dados qualitativos e quantitativos, buscando soluções efetivas.

4.4.2 O Programa de Gerenciamento de Risco de Fauna

Conforme definido pela ANAC (2019), o Programa de Gerenciamento de Risco da Fauna (PGRF) é um documento de natureza operacional que estabelece procedimentos a serem adotados pelo administrador do aeródromo, visando mitigar o risco de colisões entre aeronaves e animais. O PGRF é desenvolvido utilizando os resultados obtidos pelo IPF, o qual fornece as diretrizes operacionais para a implementação contínua do gerenciamento da fauna no aeródromo. Sendo assim, conforme Broderick e Croft (2014):

Executar uma avaliação de risco de fauna é bem mais que, simplesmente, cumprir um requisito. Cada estudo concluído auxilia na definição dos riscos específicos do aeroporto e estabelece parâmetros para a elaboração do PGRF, que deve atuar sobre cada um desses riscos (BRODERICK; CROFT, 2014, p. 05).

Após a elaboração de um PGRF, são estabelecidos objetivos e metas com base na situação atual do aeródromo. Realiza-se um mapeamento do risco representado pela fauna naquela área, seguido pela aprovação de procedimentos e implementação dos métodos desenvolvidos. São registrados todos os dados para uma avaliação posterior, a fim de verificar a eficácia dos métodos e determinar a necessidade de possíveis revisões. Existem diversos fatores que podem contribuir para o aumento da presença de avifauna no aeródromo, o que pode representar um aumento do risco caso esses fatores se tornem atrativos para aves e outros animais. De acordo com o RBAC 164 (2014), algumas das características a serem observadas incluem:

- (1) vegetação;
- (2) focos secundários;
- (3) valas de drenagem e galerias de água pluvial;
- (4) dispositivos de esgotamento sanitário;
- (5) lagos, áreas alagadiças e demais formas de acúmulo de água;
- (6) resíduos sólidos;
- (7) edificações, equipamentos e demais implantações;
- (8) sistema de proteção; e
- (9) demais estruturas que possam atrair aves e outros animais (ANAC, 2014, p. 11).

Uma vez identificados os locais de atração de avifauna, procedimentos são estabelecidos visando a mitigação do risco, sendo divididos em quatro categorias: modificação ou remoção do habitat, técnicas de afugentamento da

fauna, alteração dos horários de voo e realocação ou eliminação das espécies responsáveis pelo risco (ANAC, 2014). O controle das medidas é dividido entre passivo e ativo, conforme descrito no Anuário de Risco de Fauna. As medidas de controle são estabelecidas de acordo com os níveis apresentados na Figura 14.

Figura 7 - Pirâmide de prioridade técnica para o controle de avifauna



Fonte: CENIPA, 2015.

O PGRF envolve a participação desde o administrador do aeródromo até os operadores em níveis mais básicos, considerando vários fatores para implementar práticas proativas. Como se pode observar, o que fundamenta um PGRF são as medidas passivas, que devem ser implementadas no sentido de revolver o risco de imediato, num primeiro momento, pois modificar o ambiente propiciará mitigar os pontos de atração de aves. Nesse sentido, é muito importante o foco nesse nível mais baixo da pirâmide para mitigação e resolução do problema de risco avifauna.

Estruturado o PGRF, algumas medidas podem ser entendidas como estratégicas no controle e gerenciamento do risco avifauna. As tecnologias recentes podem viabilizar possibilidades nesse sentido. Com fundamento legal, o PGRF é organizado politicamente, atribuindo-se responsabilidades que poderão ser verificadas posteriormente.

Objetivos e metas são propostos considerando a realidade do aeródromo e, estabelecida a qualificação e formação das equipes com recursos devidos, todo o contexto do risco é mapeado de acordo com a realidade do aeródromo.

Com rotinas estabelecidas, registro completo dos dados e implementação de medidas e estratégias, a eficiência é avaliada e as ações são revistas, se for o caso.

4.5 ESTRATÉGIAS PARA O GERENCIAMENTO DO RISCO AVIFAUNA

Discutidas as medidas implementadas no PGRF, considera-se a possibilidade da utilização de novos recursos advindos das tecnologias recentes. Com o desenvolvimento tecnológico, surgem alternativas que ampliam as opções do controle e gerenciamento do risco avifauna.

Dentre as medidas tomadas para mitigação ao risco avifauna, estão: o trabalho educacional quanto a destinação de lixo junto às comunidades adjacentes às áreas aeroportuárias; a supressão de disponibilidade de água para as aves por meio da instalação de redes e tela de proteção em focos de água; a falcoaria para aves com predador aéreo; e recursos pirotécnicos (BRASIL, 2011). Ancoradas no conhecimento técnico que se tem quanto a estratégia de mitigação e diminuição do risco avifauna, pode ser possível também aliar novas tecnologias às estratégias desenvolvidas até o momento pelo setor da aviação.

Uma proposta com resultados positivos é resultante de estudos de uma equipe de cientistas do Centro Nacional de Pesquisa Científica (CNRS), da Universidade de Rennes, em colaboração com a Airbus (HAUSBERGER *et al.*, 2018). O estudo derivou de características fisiológicas das aves e do aproveitamento da ilusão de ótica, com impacto expressivo nas aves de rapina.

O sistema, apresentado na Figura 15, foi utilizado no aeroporto e resultou em desencorajamento da presença das aves nas áreas de operação no aeroporto Lourdes-Tarbes-Pyrénées. O dispositivo, composto por um par de telas LED, estrategicamente posicionado, emitia uma imagem em movimento com a aparência de um par de olhos com aumento gradual de tamanho em um determinado intervalo de tempo.

Figura 8 - Dispositivo utilizado no estudo do CNRS

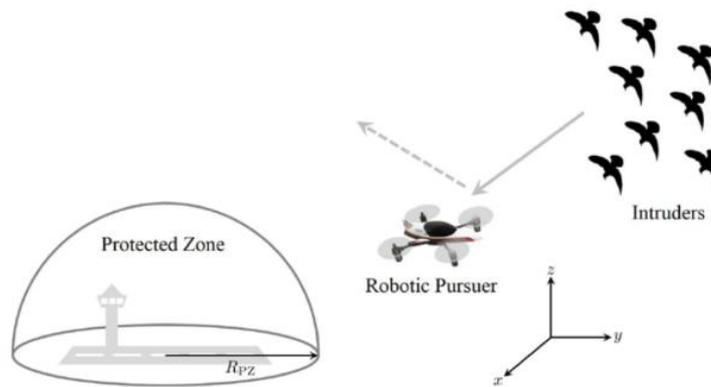


Fonte: Birdguides, 2018.

Segundo este estudo, considerando o fato de que os animais respondem mais a um estímulo ampliado que a um estímulo comum, o estímulo fez com que as aves de rapina não se aproximassem da área no campo de ação do dispositivo, indicando à ave um eminente risco de colisão.

Outra iniciativa inovadora que demonstra resultados é o uso de drones na ampliação da segurança dos aeroportos, recurso que pode, a princípio, ser produtivo no primeiro nível de Medidas Ativas. De acordo com o SINEAA (2018), pesquisas do Instituto de Tecnologia da Califórnia (EUA) e Caltech desenvolveram um sistema de algoritmo capaz de evitar a entrada de aves em determinado espaço aéreo, conforme demonstrado na Figura 16, estabelecendo, assim, monitoramento e controle sobre o risco de colisões por meio do uso de drones autônomos.

Figura 9 - Demonstração do sistema de Drones



Fonte: LAIST, 2018.

Ainda no âmbito de inovações tecnológicas para mitigação e prevenção de colisões, surgem novos dispositivos como o Merlin True3D (Figura 17), desenvolvido pela empresa MERLIN, sediada em Toulouse - França, que consiste em um radar de prevenção de colisões de aeronaves.

Figura 10 - Radar MERLIN True3D

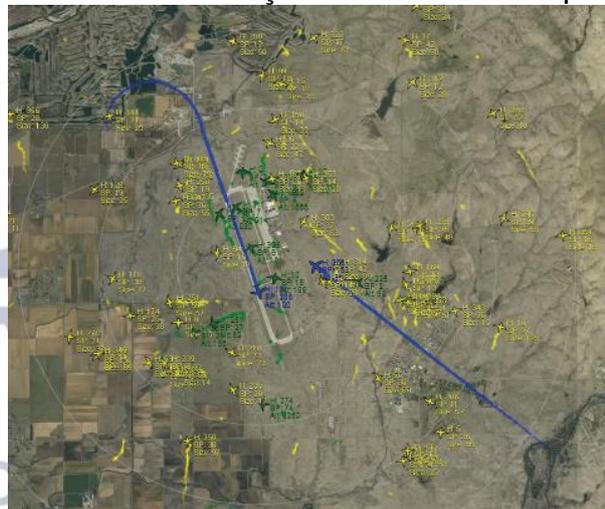


Fonte: MERLIN, 2018.

Sistemas assim teriam, vale dizer, melhor custo-benefício que o uso de falcões (devido ao custo de treinamento de pessoal e adestramento dessas aves), que acontece atualmente em alguns aeroportos brasileiros. O algoritmo projetado pela Caltech estudou os movimentos naturais de bandos e o efeito dos direcionamentos do drone no deslocamento das aves.

Esse sistema utiliza tecnologia avançada para monitorar o espaço aéreo ao redor de um aeroporto, identificando possíveis riscos de colisão e fornecendo informações em tempo real para os controladores de tráfego aéreo. O Merlin True3D possui a capacidade de detectar aeronaves em qualquer altitude e velocidade, permitindo uma visão tridimensional do espaço aéreo próximo ao aeroporto, conforme se observa na Figura 18. Ele utiliza um conjunto de antenas e algoritmos sofisticados para calcular a posição, a trajetória e a velocidade das aeronaves em tempo real, proporcionando aos controladores de tráfego aéreo informações precisas para tomar decisões rápidas e eficazes.

Figura 11 - Interface de detecção de aeronaves e pássaros



Fonte: MERLIN, 2018.

Além disso, segundo a empresa, o Merlin True3D é capaz de detectar objetos não identificados no espaço aéreo, como por exemplo as aves que representam um risco adicional para a segurança das operações aéreas. Com essa capacidade de detecção ampliada, o dispositivo auxilia no gerenciamento de risco de fauna e na prevenção de colisões com esses tipos de “obstáculos”.

É importante ressaltar a importância de novas tecnologias que possam beneficiar o gerenciamento de risco de fauna, uma vez que, ao se tornarem mais acessíveis e demonstrarem efetividade, podem contribuir para a redução de custos, que foi identificado como um dos maiores desafios enfrentados. A adoção de novas tecnologias pode proporcionar soluções mais eficientes e

econômicas, fortalecendo assim o programa de gerenciamento de risco de fauna nos aeroportos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como principais objetivos descrever as ocorrências registradas com avifauna no Brasil as estratégias de gerenciamento do risco avifauna adotadas nesses aeroportos. Utilizando fontes de pesquisa como os anuários do CENIPA e dados oficiais disponibilizados pelos aeroportos por meio da plataforma SIGRA, foi possível obter informações relevantes sobre as ocorrências e ações de prevenção.

Identificou-se a necessidade de adoção de modernas técnicas no gerenciamento do risco de fauna nos aeroportos. Estudos e pesquisas sobre o uso de radares e drones demonstraram efetividade e sugeriram sua implementação futura para mitigar o risco nesses aeroportos. A utilização dessas tecnologias pode, efetivamente, auxiliar no monitoramento e afugentamento de aves de forma mais precisa e eficiente, contribuindo para a segurança das operações aéreas.

Este trabalho proporcionou uma análise abrangente sobre o gerenciamento do risco de fauna nos aeroportos, destacando a importância das medidas preventivas, a necessidade de investimentos em novas tecnologias e a relevância desses aeroportos para o desenvolvimento regional. Espera-se que os resultados obtidos neste estudo possam contribuir para aprimorar a segurança operacional e incentivar a adoção de estratégias mais eficientes no gerenciamento do risco de fauna em aeroportos.

A busca por sistemas de detecção mais avançados, como os radares, pode fornecer informações mais precisas sobre a presença e o comportamento das aves nas áreas dos aeroportos. Além disso, a investigação de técnicas inovadoras, como o uso de drones para afugentamento de aves, deve ser aprofundada, uma vez que essas tecnologias têm mostrado potencial para serem eficazes na redução do risco de colisões.

É importante considerar a implementação de programas de treinamento contínuo para os funcionários envolvidos no programa, visando fortalecer suas

habilidades e conhecimentos no manejo adequado das ocorrências com avifauna.

Em suma, as recomendações para estudos futuros destacam a necessidade de buscar novas tecnologias para o monitoramento e controle do risco avifauna, avaliar a eficácia das medidas adotadas e fortalecer as parcerias entre os diversos atores envolvidos.

REFERÊNCIAS

ANAC. **Regulamento Brasileiro da Aviação Civil - RBAC 164 - GERENCIAMENTO DO RISCO DA FAUNA NOS AERÓDROMOS PÚBLICOS.**

BRASIL, 2014. Disponível em:

<https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/boletim-de-pessoal/2014/22/anexo-iii-2013-rbac-164>. Acesso em: 18 fev. 2023.

CBA. **Código Brasileiro de Aeronáutica.** Brasília, DF: Jusbrasil, 1986. Disponível em: <https://presrepublica.jusbrasil.com.br/legislacao/91749/codigo-brasileiro-de-aeronautica-lei-7565-86>. Acesso em: 09 out. 2022.

EMBRAPA. **Fauna de Vertebrados Selvagens de Campinas - Quero-Quero.**

Campinas, SP. Disponível em:

<http://www.faunacps.cnpm.embrapa.br/ave/queroq.html>. Acesso em: 14 abr. 2023.

FRANÇA, B. L., QUEIROZ, E., OLIVEIRA, G. **Aeroportos e meio ambiente: é possível obter o desenvolvimento urbano sustentável?** Revista Orbis Latina, 2011. Disponível em:

<https://revistas.unila.edu.br/orbis/article/download/487/436/1658>. Acesso em: 14 maio 2023.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa.** 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

HAUSBERGER, M.; BOIGNÉ, A.; LESIMPLE, C.; BELIN, L.; Henry, L. 2018. **Wide-eyed glare scares raptors: From laboratory evidence to applied management.** Disponível em:

<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0204802>. Acesso em: 21 mai. 2023.

HEDAYATI, R.; SADIGHI, M.; MOAMMADI-AGHDAN, M. **On the difference of pressure readings from the numerical, experimental and theoretical results in different bird strike studies.** [S. l.], 2014. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1270963813001892>. Acesso em: 09 out. 2022.

ICAO. **Safety Management Manual - SMM: doc. 9859**. 4 ed. Montréal: ICAO, 2018.

LENZI, G. K. S.; MELO, M. B. **Metodologia Científica**. Florianópolis: AEROTD, 2022. 81 p.

LIRA, W. **Segurança de Voo**. Florianópolis: AEROTD, 2015. Disponível em: <https://www.aerotd.com.br/decoleseufuturo/wp-content/uploads/2015/05/SEGURANCA-DE-VOO-.pdf>. Acesso em: 11 out. 2022.

MACEDO, J. **Vanellus chilensis (Molina, 1782)**, 2013. Wiki Aves - A Enciclopédia das Aves do Brasil. Disponível em: <<http://www.wikiaves.com/981160>> Acesso em: 28 abr. 2023.

MAO, R. H.; MEGUID, S. A.; NG, T. Y. **Transient three-dimensional finite element analysis of a bird striking a fan blade**. [S. l.]: *Int J Mech Mater*, 2008. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10999-008-9067-1>. Acesso em: 09 out. 2022.

MCNARY, S. **A Caltech Scientist is Training Drones to Herd Birds Away from Airplanes**. [S. l.], 2018. Disponível em: <https://laist.com/news/a-caltech-scientist-is-training-drones-to-lead-bird-flocks-away-from-airplanes>. Acesso em: 27 abr. 2023.

MENQ, W. **Caracará (Caracara plancus) - Aves de Rapina Brasil**. 2018. Disponível em: http://www.avesderapinabrasil.com/caracara_plancus.htm. Acesso em: 14 abr. 2023.

MENQ, W. **Urubu-de-cabeça-preta - Aves de Rapina Brasil**. 2018. Disponível em: http://www.avesderapinabrasil.com/coragyps_atratus.htm. Acesso em: 14 abr. 2023.

MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA (Brasil). ANAC. **Organização da Aviação Civil Internacional – OACI**. Brasília, DF, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/internacional/organismos-internacionais/organizacao-da-aviacao-civil-internacional-oaci>. Acesso em: 10 out. 2022.

MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA (Brasil). ANAC. **O SGSO**. Brasília, DF, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/seguranca-operacional/sgso/sgso>. Acesso em: 10 out. 2022.

NTSB. **Loss of Thrust in Both Engines After Encountering a Flock of Birds and Subsequent Ditching on the Hudson River: NTSB/AAR-10/03.** Disponível em: <<https://www.nts.gov/investigations/AccidentReports/Reports/AAR1003.pdf> > Acesso em: 14 de mar. 2023.

OLIVEIRA, H. R. B.; SANTOS, L. C. B.; OLIVEIRA, C. M.; SILVA, J. P. **Anuário de Risco de Fauna 2015.** Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA). Brasília. 2016.

RAUEN, F. J. **Roteiros de Investigação Científica.** 2 ed. Tubarão: Clube dos Autores, 2018. 314 p.

SANTOS, L. C. B.; SOUZA, M. D. S. **Anuário de Risco de Fauna 2011-2020.** Brasília: Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA), 2021. 46 p.

