



ISSN: 2230-9926

Available online at <http://www.journalijdr.com>

IJDR

International Journal of Development Research

Vol. 10, Issue, 05, pp. 35669-35676, May, 2020

<https://doi.org/10.37118/ijdr.18943.05.2020>



RESEARCH ARTICLE

OPEN ACCESS

AVALIAÇÃO DO RISCO DE FAUNA EM AEROPORTOS DO BRASIL

***¹Luiz Affonso de Paula Junior, ²Marcelo de Jesus Rodrigues da Nóbrega, ³Fabiano Battemarco da Silva Martins and ⁴Roberta Luísa Barbosa Leal**

¹Mestre em Ecoturismo e Conservação (UNIRIO), Bacharel em Ciências Ambientais (UNIRIO), Licenciado em Ciências da Natureza (UNIRIO), Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária (UNIGAMA); ²Pós-Doutor em Engenharia Civil (UERJ), Doutor em Engenharia (PUC-Rio), Mestre em Tecnologia (CEFET-RJ), Especialista em Engenharia Ambiental (UNIG), Especialista em Saneamento (FAVENI), Especialista em Gestão Ambiental (UCAM), Especialista em Auditoria e Perícia Ambiental (Faculdade Única), Especialista em Engenharia Elétrica (UCAM) e Professor do Centro Universitário Gama e Souza (UNIGAMA), do CEFET-RJ e da Universidade Santa Úrsula; ³Mestre em Engenharia Agrícola e Ambiental (UFRRJ), Especialista em Perícia e Auditoria Ambiental (CESDA), Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária (CELSO LISBOA), Bacharel em Engenharia Civil (UNISUAM), Professor da UNIGAMA e da Universidade Santa Úrsula; ⁴Mestranda em Genética e Biologia Molecular, Especialista em Anatomia e Patologia Associada (IBF), Licenciada em Ciências Biológicas (UNIRIO), Professora da Universidade Braz Cubas

ARTICLE INFO

Article History:

Received 03rd February, 2020

Received in revised form

14th March, 2020

Accepted 06th April, 2020

Published online 25th May, 2020

Key Words:

Aviation, Bird strike, Legislation.

*Corresponding author:

Luiz Affonso de Paula Junior

ABSTRACT

Collisions involving aircraft and wildlife lead to huge economic losses every year. In addition, they can cause the death of people in the most serious events. Considering the relevance of the consequences caused by such a problem, the present study aimed to verify the existence of a trend of collisions involving aircraft and wildlife over time. For this, data available in the CENIPA Fauna Risk Yearbook and in the Bird strike Management System were used, and statistical analyzes were used correlating the events with different variables. The analyzes employed showed a monotonic trend of growth in the number of collisions and aircraft over time. Most of the total reported crashes occurred in the landing, take-off and runway review phases. A greater number of cases was also noticed during autumn, followed by summer, spring, and winter. The parts of the aircraft most affected were the fuselage, the engine, the radome and the windshield. The most harmful animals to aviation in the reports were the Quero-quero / Tetéu, the Caracará / Carancho and the black-headed vulture / Corvo / Apitã. The results indicate that the significant increase in cases of collisions with fauna in the country will continue progressively. To change this scenario, changes are needed that cover the social, environmental and economic spheres. Such measures must be responsible for allowing the reduction of social inequalities, facilitating access to housing and basic services and reducing deforestation, in order to contribute to a sustainable development.

Copyright © 2020, Luiz Affonso de Paula Junior et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citation: Luiz Affonso de Paula Junior, Marcelo de Jesus Rodrigues da Nóbrega, Fabiano Battemarco da Silva Martins, Roberta Luísa Barbosa Leal. "Nutritional status of schoolchildren at a municipal school in the interior of piauí", *International Journal of Development Research*, 10, (05), 35669-35676.

INTRODUCTION

O aumento no número de ocorrências de colisões envolvendo aeronaves e a fauna faz com que as companhias aéreas sofram grandes perdas econômicas todos os anos. Além disso, as colisões podem acabar gerando a morte de passageiros e tripulantes. Isto porque, no caso da colisão com uma aeronave, um único animal tem o potencial de causar danos severos (Netzel, 2004).

Além dos custos diretos das colisões, relacionados principalmente com a substituição de peças danificadas pelo impacto e danos a propriedades alheias, existem ainda os indiretos. Os custos indiretos referem-se àqueles que não são cobertos pelo seguro e não envolvem a aeronave, mas que são decorrentes do incidente. Dentre esses podemos citar: hotel de pernoite para os passageiros, realocação em outros voos, comissaria desperdiçada, combustível alijado, atrasos nas cone-xões e o período de inatividade da aeronave (Netzel,

2004; Dolbeer, 2006). As causas para o aumento do número de ocorrências são diversas. No caso do Brasil, o agravamento do risco de colisão de aeronaves com a fauna está ligado diretamente ao descumprimento da Resolução CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) nº 04/1995 (Nascimento *et al.*, 2005; NETO *et al.*, 2006; Guedes, 2011; Mendonça, 2011; Zanatta, 2012). Essa Resolução estabelece restrições ao uso das propriedades vizinhas a aeródromos (área destinada a pouso, decolagem e movimentação de aeronaves), criando a Área de Segurança Aeroportuária (ASA). São consideradas ASAs, as áreas abrangidas a partir do eixo principal, num raio de 20 km para aeroportos que operam de acordo com as regras de voo por instrumento; e 13 km para os demais aeródromos. Não são permitidas dentro das ASAs atividades que atraiam animais, tais como: matadouros, curtumes, vazadouros de lixo, culturas agrícolas e demais atividades que possam proporcionar riscos semelhantes à navegação aérea (Brasil, 1995). Além do descumprimento com relação ao uso das propriedades no entorno de aeródromos, a presença de favelas e de conjuntos habitacionais com precária infraestrutura de saneamento básico também acaba contribuindo para o aumento do risco de fauna, ou seja, risco potencial de colisão com um ou mais animais, no solo ou em determinada porção do espaço aéreo (Netzel; SÁ, 2004; Nascimento *et al.*, 2005). Assim como no entorno, a presença dos animais pode se dar dentro das instalações do aeródromo, visto que o local pode contar com fontes de alimentação, abrigo, áreas para nidificação, presença de água e áreas para descanso e proteção contra predadores naturais (Neto *et al.*, 2006; Guedes, 2011). Dessa maneira, medidas para evitar a atração e fixação da fauna no local devem ser realizadas. Dentre as possíveis ações destacam-se a modificação de habitat, remoção de aves, uso de faróis ou radar, mutirões de limpeza, bem como o uso de dispositivos de afugentamento sonoro, visual, entre outras medidas. Contudo, devido ao potencial de adaptação dos animais, estas medidas mitigadoras nem sempre surtem o efeito desejado, sendo recomendada a experimentação de novas técnicas (Zanatta, 2012). Em conjunto com as medidas mitigadoras, a coleta e análise de dados para o melhor entendimento do risco de fauna também se faz importante. Para isso, o Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA) criou a ficha CENIPA 15, que funciona como um relatório de controle e prevenção para o gerenciamento do risco de fauna no país (MENDONÇA, 2011). Com base no cenário apresentado e na bibliografia específica, o presente estudo teve como objetivo verificar a existência de tendência de colisões envolvendo as aeronaves e a fauna ao longo do tempo. Nesse âmbito, foram analisados os principais aspectos relacionados à essa temática.

METODOLOGIA

Objeto De Estudo: Os dados utilizados de 1996 a 2015 foram obtidos através do documento oficial “Anuário do Risco de Fauna – 2015”, publicado pelo CENIPA (CENIPA, 2015). Já os dados referentes aos anos de 2016 a 2019 foram coletados diretamente do Sistema de Gerenciamento de Risco Aviário – SIGRA (CENIPA, 2020). Todos os dados referem-se às ocorrências reportadas nos aeroportos localizados em território nacional.

Categorias Empregadas: Foram utilizados os seguintes critérios para classificação dos eventos reportados:

- Colisão: evento em que ocorre impacto entre a aeronave e o animal;

- Quase colisão: evento em que uma colisão é evitada pelo desvio da aeronave ou do animal;
- Avistamento: evento em que é visualizado um animal nas proximidades da trajetória da aeronave, sem, no entanto, ter sido necessário o desvio por parte da tripulação ou do animal (ARANA; HESPANHOL, 2015).

Para a classificação das fases de voo foram adotados os seguintes conceitos:

- Aproximação: do início do procedimento de voo por instrumentos (IFR) até a aproximação final. Inclui a curva base do procedimento, porém exclui a órbita;
- Cruzeiro: dos cheques de nivelamento até os cheques de descida;
- Decolagem: da aplicação da potência até 50 ft AGL. Inclui a desaceleração, no caso de abortiva, e ainda a decolagem direta;
- Descida: dos cheques de descida até o início das fases de manobra;
- Estacionamento: movimento de estacionamento de uma aeronave no pátio.
- Inspeção de trânsito: verificação periódica feita na aeronave entre pouso e decolagem subsequente;
- Navegação à baixa altura: da saída do circuito de tráfego até a reentrada, desde que a 1500 ft AGL ou abaixo;
- Pouso: da entrada no efeito solo até o toque;
- Revisão de pista: observação na faixa de pista em uso;
- Subida: do término da decolagem até o ponto preestabelecido em carta;
- Táxi: movimento da aeronave no solo por meios próprios, exceto pouso ou decolagem (NOVAES; ALVAREZ, 2010; CENIPA, 2015).

Para a verificação das partes mais atingidas das aeronaves nos eventos de colisão, foram analisadas as frequências relacionadas às seguintes estruturas:

- Asa / Rotor;
- Cauda;
- Fuselagem;
- Hélice(s);
- Motor;
- Nariz;
- Para-brisas
- Radome;

Trem de pouso (CENIPA, 2015).

Para verificação da incidência do número de eventos de colisão em relação às estações do ano, adotou-se o seguinte critério:

- Verão (dezembro, janeiro e fevereiro);
- Outono (março, abril, maio);
- Inverno (junho, julho e agosto);
- Primavera (setembro, outubro e novembro).

Análises Estatísticas: Para a análise do risco de colisão por número de aeronave, foi utilizado neste estudo um “Índice de colisão” (IC), com o seguinte cálculo:

$$Ec = \frac{N^{\circ} \text{ de colisões em cada ano entre 1996 e 2019}}{\text{Total de aeronaves no respectivo ano}}$$

Para estimar o comportamento dos dados de colisão e número de aeronaves ao longo dos anos, foi verificada a existência de tendência através do teste de Mann-Kendall, no pacote “*randtests*”, e função “*runs.test*”. Trabalhou-se com a hipótese de que as observações da série possuem tendência monotônica no tempo (ou seja, há tendência), enquanto que a hipótese nula se tratava de observações independentes e identicamente distribuídas. Para verificação da relação linear entre o número de colisões em função do tempo, foi realizado um Modelo de Regressão Linear, no pacote “*lattice*” através da função “*lm*”. Neste modelo, o ano foi tratado como variável explanatória fixa, considerando a hipótese de que as colisões aumentam em função do tempo, enquanto a hipótese nula se trata de eventos independentes. A influência da fase de voo no número de colisões foi estimada através da probabilidade em razão do número total de eventos. Foi realizado o teste de normalidade Shapiro Wilk através da função “*shapiro.test*”. Em seguida, foi empregada a Análise de Componentes Principais (PCA) para atribuir o grau de importância das variáveis. A contribuição do período do ano no número de colisões foi estimada considerando todos os eventos de 2016 a 2019, através da probabilidade em razão do número total de ocorrências por estação (primavera, verão, outono e inverno).

Para a investigar se as partes das aeronaves envolvidas com os eventos de colisão nas ocorrências de 2016 a 2019 tinham efeito diferencial, ou seja, se os eventos estariam ou não em sua maioria associados a partes aleatórias, empregou-se o teste de Friedman. Além disso, realizou-se a probabilidade de ocorrências em cada uma das estruturas componentes da aeronave em função do número total de colisões de 2016 a 2019. De modo a verificar se os diferentes tipos de fauna envolvidas com os eventos de colisão tinham efeito diferencial, isto é, se os reportes estavam ou não em sua maioria associados a animais aleatórios, empregou-se o teste de Friedman. Para caracterização da fauna associada aos eventos de colisão, foi realizada a frequência de indivíduos identificados nos reportes de 2016 a 2019. Os indivíduos não identificados foram apenas quantificados e tabelados para registro de ocorrência. Todos os testes foram realizados no software R versão 3.3.2 e para estes, foram adotados os parâmetros de p-valor <0,05 para rejeição de hipótese nula.

RESULTADOS

Entre 1996 e 2019 foram reportadas ao CENIPA 24418 colisões entre aeronaves e a fauna nos aeroportos brasileiros analisados. Foi identificado que o menor número de colisões ocorreu no ano de 1996 (n=127) e o maior número no ano de 2019 (n=2859), com média e desvio padrão de 1017 ± 844 colisões anuais ao longo da série histórica (Figura 1). Nesse mesmo período (1996 – 2019), o número de aeronaves registradas no país obteve um aumento, saltando de 9768, em 1996, para 16554, em 2019 (Figura 2). De modo a visualizar a relação entre o aumento de colisões e de aeronaves registradas, realizou-se o cálculo do Índice de Colisão. Esse índice indica que o ano de menor valor foi o de 1996 (0,0130) e o de maior valor foi o de 2019 (0,1727) (Figura 3). Além disso, por meio do teste de Mann-Kendall, foi identificada tendência monotônica crescente ao longo do tempo, ou seja, a tendência é que ocorra um aumento das colisões ao longo do tempo (Mann-Kendall: p-valor < 0,01).

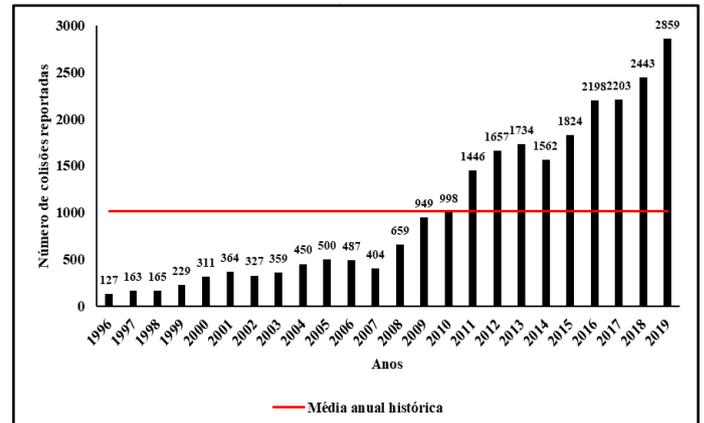


Figura 1. Taxa e média anual histórica de colisões entre aeronaves e a fauna reportadas de 1996 a 2015 nos aeroportos brasileiros. Fonte: Adaptado de CENIPA (2020)

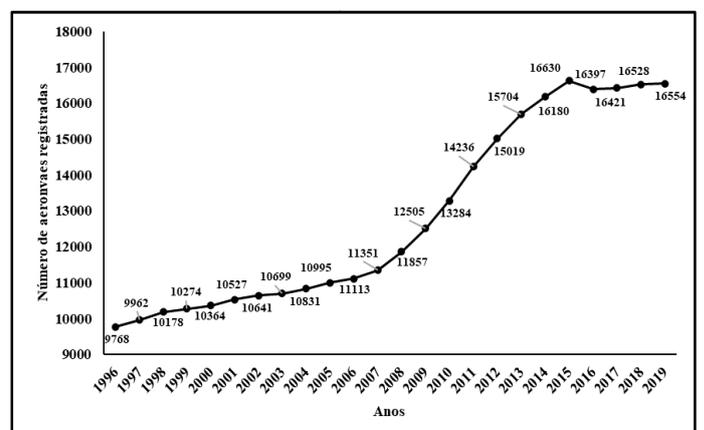


Figura 2. Número de aeronaves registradas no Brasil no período de 1996 a 2019. Fonte: Adaptado de CENIPA (2020)

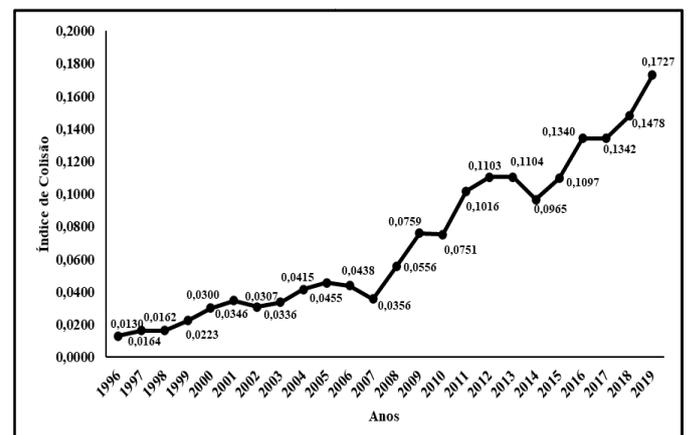


Figura 3. Índice de Colisão calculado através do número de colisões e de aeronaves no período de 1996 a 2019. Fonte: Adaptado de CENIPA (2020)

A relação linear entre o ano de registro e o número de colisões diárias (Tabela 1, Figura 4) apresentou significância (p-valor < 0,01), e coeficiente de determinação alto ($R^2 = 0,89$). Isso indica que o modelo é ideal para explicar o comportamento da variável resposta no qual, o número de colisões entre aeronaves e a fauna cresce em relação ao ano. Somado a isso, verificou-se que as colisões médias diárias reportadas em 2019 foram mais de 22 vezes acima das reportadas em 1996 (Figura 5).

Tabela 1. Coeficientes estimados no Modelo de Regressão Linear entre os anos de 1996 e 2019 e o número de colisões entre aeronaves e fauna

	Estimativa	Erro padrão	t-valor	Pr(> t)
Interceptação	1999,43	0,76	2624,37	< 0,01
Colisões	< 0,01	< 0,01	13,63	< 0,01

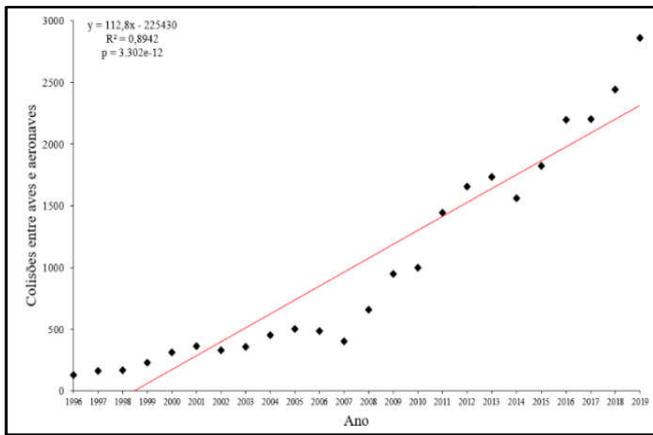


Figura 4. Regressão linear indicando crescimento positivo do número de colisões entre aves e aeronaves em função do tempo nos aeroportos brasileiros

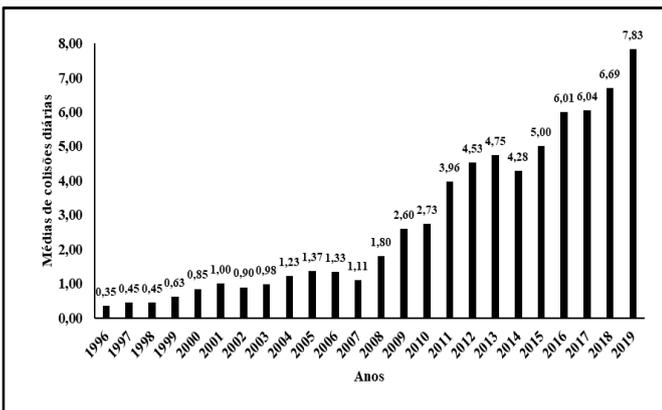


Figura 5. Média diária de colisões por ano no período de 1996 a 2019. Fonte: CENIPA (2020)

Os dados de fase de voo apresentaram distribuição paramétrica ($p < 0,01$). Os resultados das porcentagens das fases de voo totais em cada ano foram ordenados por meio da Análise de Componentes Principais (PCA) (Figura 6), em que os componentes principais 1 e 2 (DIM-1 e DIM-2) explicaram 67,50%: a PCA-1 explicou 43,89 %, e a PCA-2, 23,61 % da variabilidade total dos dados. Os escores do componente principal 1 (PCA-1) correlacionaram-se positivamente com todas as variáveis analisadas, entretanto, a variável com a maior influência sobre os eventos foi o ano de registro.

A maioria das colisões em que foram reportadas as fases de voo nos anos de 2016 a 2019 ocorreu na fase de pouso ($n=3369 - 34,72\%$), seguido da fase de decolagem ($n=2507 - 25,84\%$) e revisão de pista ($n=1559 - 16,07\%$) (Figura 7). Os eventos de quase colisão ocorreram com maior frequência nas fases de aproximação ($n= 2287 - 49,19\%$), decolagem ($n=823 - 17,70\%$) e pouso ($n=489 - 10,52\%$) (Figura 8), enquanto que os avistamentos foram reportados em maior quantidade nas fases de revisão de pista ($n=6734 - 37,70\%$), aproximação ($n=3553 - 19,89\%$), decolagem ($n=2151 - 12,04\%$) e pouso ($n=1403 - 7,85\%$) (Figura 9).

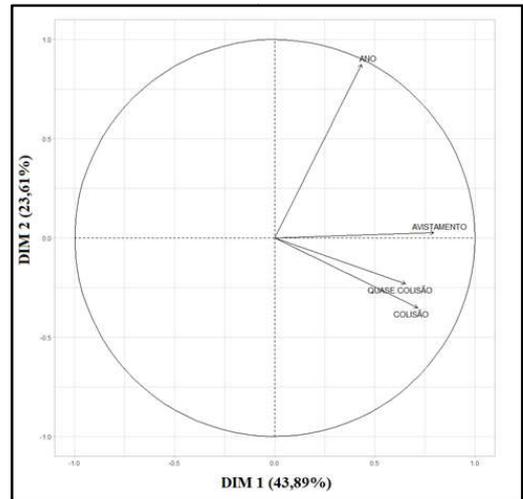


Figura 6. Gráfico de Componentes Principais (DIM-1 e DIM-2) relacionando a influência nos resultados das diferentes variáveis de fases de voo e os anos de amostragem.

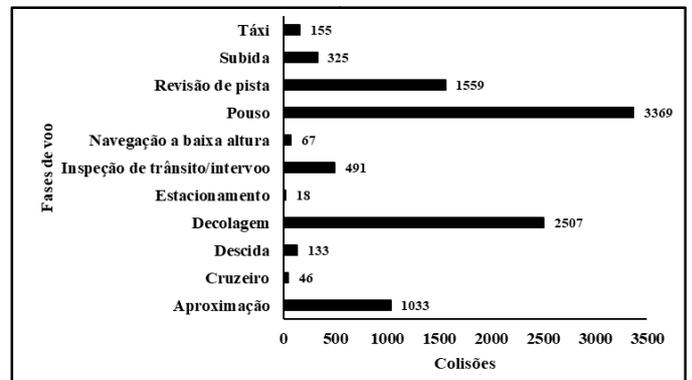


Figura 7. Total de colisões entre aeronaves e fauna reportadas de 2016 a 2019 nas diferentes fases de voo. Fonte: Adaptado de CENIPA (2020)

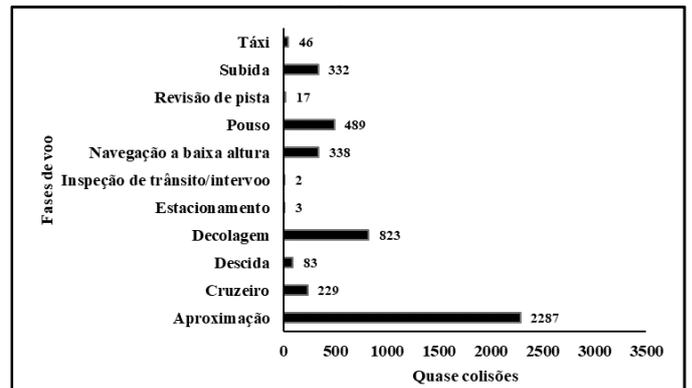


Figura 8. Total de quase colisões entre aeronaves e a fauna reportadas de 2016 a 2019 nas diferentes fases de voo. Fonte: Adaptado de CENIPA (2020)

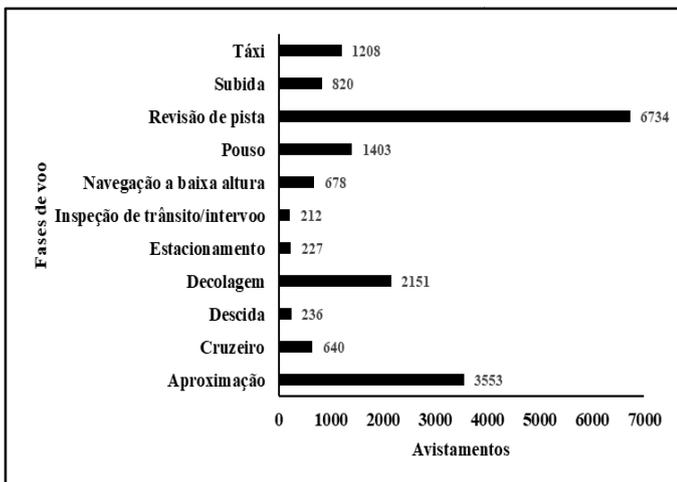


Figura 9. Total de avistamentos de fauna reportados de 2016 a 2019 nas diferentes fases de voo. Fonte: Adaptado de CENIPA (2020)

Observando as médias mensais de colisões reportadas entre os anos de 2016 a 2019, percebe-se uma maior quantidade de casos durante o outono (março a maio) e uma queda brusca no inverno (junho a agosto), com posterior crescimento gradativo na primavera (setembro a novembro) (Tabela 2; Figura 10).

Tabela 2. Eventos de colisão entre aeronaves e fauna registrados nas diferentes estações do ano entre os anos de 2016 e 2019.

Estações do ano	Eventos de colisão	%
Outono	2683	27,65
Verão	2592	26,72
Primavera	2363	24,35
Inverno	2065	21,28
Total	9703	100

Fonte: Adaptado de CENIPA (2020).

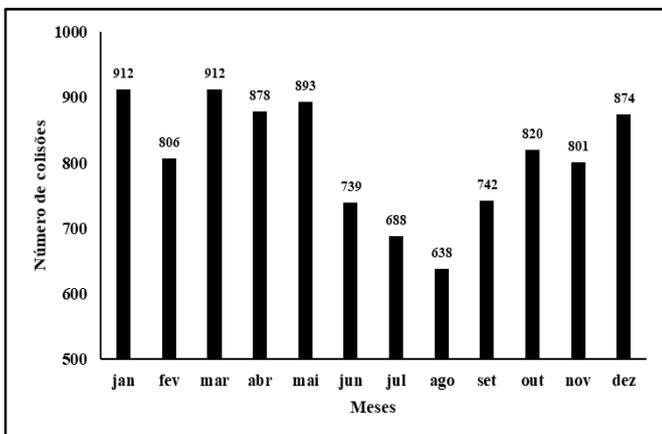


Figura 10. Total de colisões entre aeronaves e fauna no período de 2016 a 2019 registrados nos diferentes meses do ano. Fonte: Adaptado de CENIPA (2020)

O teste de Friedman indicou que as diferentes partes das aeronaves envolvidas com os eventos de colisão tem efeito diferencial, portanto os eventos não são em sua maioria associados a partes aleatórias da aeronave (p-valor < 0,01). As partes mais atingidas nas colisões reportadas de 2016 a 2019 foram a fuselagem (n=1345 – 21,55%), o motor (n=1335 – 21,39%), o radome (n=908 – 14,55%) e o para-brisas (n=859 – 13,77%) e as menos atingidas foram as hélices (n=127 – 2,04%) e a cauda (n= 47 – 0,75%) (Tabela 3).

Tabela 3. Indicação das partes das aeronaves atingidas, do número de colisões reportadas e o percentual do total de reportes que indicaram a parte atingida no período de 2016 a 2019.

Partes das aeronaves	Número de colisões reportadas	%
Fuselagem	1345	21,55
Motor	1335	21,39
Radome	908	14,55
Para-brisas	859	13,77
Asa/Rotor	717	11,49
Trem de pouso	585	9,38
Nariz	317	5,08
Hélice(s)	127	2,04
Cauda	47	0,75
Total	6240	100

Fonte: Adaptado de CENIPA (2020).

O teste de Friedman indicou que os diferentes tipos de fauna envolvidas com os eventos de colisão tem efeito diferencial, portanto os eventos não são em sua maioria associados a animais aleatórios (p-valor < 0,01). Dentre os animais nocivos à aviação segundo o Parecer nº 04/2013/GRG/DCBIO/SBF/MMA, o Quero-quero/Tetéu apresentou maior frequência de colisões com aeronaves no período de 2016 a 2019 (n=1555 – 16,03%), seguido do Caracará/Carancho (n=518 – 5,34%) e do Urubu de cabeça preta/Corvo/Apitã (n=188 – 1,94%). Destaca-se também o número de eventos envolvendo animais não identificados/reportados (n=4343 – 44,76%) (Tabela 4).

Tabela 4. Identificação da fauna envolvida no total de eventos de colisão do período de 2016 a 2019.

Identificação da fauna (Nome popular)	2016	2017	2018	2019	Total	
Animais identificados/reportados	não	1050	992	831	1470	4343
Outras aves		407	472	961	478	2318
*Quero-quero / Tetéu		369	346	342	498	1555
*Caracará / Carancho		122	145	123	128	518
Outros animais (não aves)		89	113	85	119	406
*Urubu-de-cabeça-preta / Corvo / Apitã		56	59	24	49	188
*Coruja-buraqueira		49	34	41	54	178
*Coruja-da-igreja / Rasga-Mortalha / Suindara		19	8	12	17	56
*Pombo-doméstico		10	14	14	17	55
*Cachorro doméstico		14	8	4	8	34
*Garça-branca-grande		6	4	2	9	21
*Garça-vaqueira / Cunacoí / Boiadeira		4	5	0	8	17
*Garça-branca-pequena		3	3	4	4	14

*Animais nocivos à aviação segundo o Parecer nº 04/2013/GRG/DCBIO/SBF/MMA. Fonte: Adaptado de CENIPA (2020).

Ao considerarmos todos os animais nocivos à aviação em uma única classe, verificou-se que os mesmos correspondem à 27,17% (n=2636) do número total de colisões reportadas entre 2016 e 2019 (Figura 11).

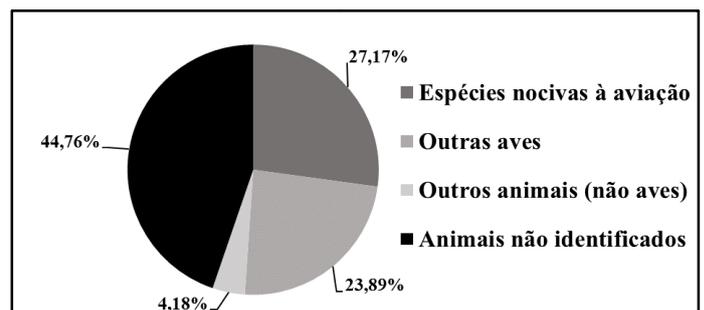


Figura 11. Percentual de espécies nocivas à aviação, outras aves, outros animais (não aves) e animais não identificados envolvidos no total de eventos reportados no período de 2016 a 2019

DISCUSSÃO

Os dados utilizados no presente estudo são limitados principalmente pela subjetividade e insuficiência de detalhes dos reportes. A subjetividade influencia negativamente, porque eventos semelhantes podem ser reportados de maneira diferente partindo do ponto de vista do profissional que está realizando a ocorrência. Já a insuficiência de detalhes foi identificada em alguns reportes que não identificavam o tipo de ave envolvida e a parte atingida, o que pode influenciar no cálculo final das probabilidades (MORAIS, 2012). As análises empregadas no presente estudo evidenciaram tendência monotônica de crescimento do número de colisões e aeronaves ao longo do tempo. Tratando-se da fase de voo, a maioria do total de colisões reportadas no período de 2016 a 2019 ocorreu nas fases de pouso, decolagem e revisão de pista. Já os eventos de quase colisão ocorreram com maior frequência nas fases de aproximação, decolagem e pouso, enquanto que os avistamentos foram reportados em maior quantidade nas fases de revisão de pista, aproximação, decolagem e pouso. A Análise por Componentes Principais demonstrou que a variável com a maior influência sobre os eventos ocorridos nas diferentes fases de voo foi o ano de registro. Com relação ao número de colisões por estação do ano entre 2016 e 2019, percebeu-se uma maior quantidade de casos durante o outono, seguido do verão, da primavera, e por último, o inverno. Tratando-se das partes das aeronaves envolvidas no total de colisões entre 2016 e 2019, o teste de Friedman indicou que os eventos não são em sua maioria associados a partes aleatórias da aeronave. Nesse caso, as partes mais atingidas foram a fuselagem, o motor, o radome e o para-brisas e as menos atingidas foram as hélices e a cauda. Com relação ao tipo de fauna envolvido nas colisões no recorte de 2016 a 2019, o teste de Friedman indicou que os eventos não são em sua maioria associados a animais aleatórios. Dessa forma, os animais nocivos à aviação que apresentaram maior frequência nos reportes foram o Quero-quero/Tetéu, o Caracará/Carancho e o Urubu de cabeça preta/Corvo/Apitã. Destaca-se também o número de eventos envolvendo animais não identificados/reportados, que corresponde a quase metade dos registros.

Segundo Mendonça (2011), o aumento no número de colisões entre aeronaves e a fauna no Brasil pode estar ligado ao incremento no número de aeronaves e do tráfego aéreo, bem como a elevação da população de animais nas proximidades dos aeroportos. Este aumento das populações da fauna nesses locais, por sua vez, pode estar sendo influenciado pela expansão desordenada das cidades e uso inadequado do solo (CENIPA, 2015). Os aeroportos em geral estão localizados na periferia das grandes cidades, sendo comum a presença de assentamentos sem saneamento básico (NASCIMENTO *et al.*, 2005). Essa ocupação desordenada culmina na atração de grandes quantidades de animais, como os urubus-de-cabeça-preta, ave que representa grande risco à segurança dos voos no Brasil, tanto pela frequência, quanto pelo tamanho corporal (CENIPA, 2015). Tais questões trazem à tona a reflexão de que para a redução do número de eventos de colisão entre aeronaves e a fauna, medidas de redução das desigualdades socioeconômicas são necessárias. Isto porque, boa parte da população acaba enfrentando dificuldades para o acesso à moradia e aos serviços básicos. Tal condição pode gerar consequências que podem afetar a própria pessoa, assim como pôr em risco passageiros e tripulantes de aeronaves. Por isso, a atuação de instituições ligadas ao segmento da aviação e da

administração pública deve se dar de maneira conjunta, culminando assim em resultados efetivos com relação a essa temática.

Algumas características das zonas aeroportuárias maximizam as chances de atração da fauna para o local. Dentre essas características pode ser destacada a vegetação alta e não tratada. Isso propicia a proliferação de insetos que, conseqüentemente, atraem os animais que se alimentam destes. Além disso, a vegetação alta também facilita a construção de ninhos e a proteção contra predadores (NASCIMENTO *et al.*, 2005). Por isso, além do melhor tratamento da vegetação do interior da zona aeroportuária, também devem ser discutidas as conseqüências que a supressão vegetal de grandes áreas para a formação e crescimento das cidades trazem para a aviação. Isto porque, o desmatamento de vastas regiões acaba eliminando o habitat de espécies animais, que acabam tendo que migrar para outras localidades e veem as zonas aeroportuárias como áreas minimamente adequadas para o seu refúgio. Outro fator que pode estar relacionado ao aumento no número de eventos é o desenvolvimento tecnológico do setor aeronáutico nos últimos anos. Tal desenvolvimento propiciou a criação de aeronaves mais rápidas e silenciosas (HUBER, 2007; GUEDES, 2011; DEFUSCO *et al.* 2015). Com o aumento da velocidade e diminuição dos ruídos provocados pelos motores dos modelos mais recentes, a fauna acaba percebendo a aproximação da aeronave tardiamente e não é capaz de se deslocar a tempo para impedir a colisão. Somado a isso, também existe a possibilidade do número de colisões ter aumentado por conta do efeito de amostragem. Isto porque, com a introdução do sistema on-line de reportes em 2011, tornou-se mais fácil a realização do reporte e, conseqüentemente, também houve uma melhoria no processo de coleta de dados (CENIPA, 2015). Apesar da maior atenção dada pelas autoridades e profissionais da aviação com relação ao reporte dessas colisões junto ao CENIPA. Ainda assim, sabe-se que o número de reportes não condiz com o número de ocorrências que efetivamente aconteceram. Segundo o CENIPA (2015), a cultura organizacional é o principal fator de resistência ao reporte de eventos com fauna por parte de tripulantes. Até mesmo nas colisões em que ocorrem conseqüências significativas, não é incomum a falta de reporte. Isso se deve principalmente a alguns fatores específicos. Dentre esses fatores podem ser destacados: a baixa proporção de acidentes aeronáuticos por colisões com fauna, a baixa consciência da importância do reporte para o gerenciamento de risco de fauna, a quase total ausência de programas de treinamento de tripulantes, a baixa reação de outros stakeholders à presença de fauna na área crítica dos aeródromos e a regulação aeronáutica ainda incipiente (CENIPA, 2015). Por isso, devem ser realizadas medidas de conscientização para que os responsáveis por reportar as colisões entendam que, para minimizar o risco de fauna, é fundamental o envio de dados, de modo a permitir o seu real dimensionamento (NOVAES; ALVAREZ, 2010).

Com relação aos eventos de colisão, quase colisão e avistamento nas diferentes fases de voo, observou-se uma maior frequência dessas ocorrências em fases onde as aeronaves apresentam menores altitudes (e.g. aproximação, pouso, decolagem e revisão de pista). Novaes e Alvarez (2010) em seu estudo em aeroportos nordestinos também verificaram que a maioria dos eventos de colisão ocorreu em baixas altitudes. Segundo esses autores, isso indicaria que os animais estariam habitando o interior e o entorno dos aeródromos

porque tais áreas estariam fornecendo fontes de alimentação e abrigo em suas áreas. Corroborando com o observado no presente estudo, Dolbeer (2006) afirma que 74% das colisões reportadas ocorrem abaixo de 500ft AGL (aproximadamente 152 metros acima do nível do solo). Portanto, apesar da existência de risco de colisões longe de aeródromos, envolvendo aves com comportamento de voo em alturas maiores (e.g. urubus-de-cabeça-preta e fragatas-comuns), a prioridade de redução no risco de fauna deve ser dada ao interior do ambiente aeroportuário (CENIPA, 2015). Outro estudo que corrobora com os resultados apresentados no presente trabalho foi o realizado por McCreary (2010). Este autor identificou que existe alta probabilidade de colisão, ou ingestão de ave pelo motor, especialmente, durante decolagens devido à quantidade de ar succionada pelos motores. Além disso, o autor observou também a frequência de colisões entre aeronaves e aves em altitudes abaixo de 150ft AGL (aproximadamente 46 metros acima do nível do solo). Sua conclusão foi que a cada redução de 50 ft de altura, no espaço entre 150 ft até o solo, a quantidade de colisões reportadas dobrava, isto é, a tendência demonstrou que as aves ficariam concentradas em maior número abaixo de 50ft de altura (aproximadamente 15 metros acima do nível do solo). Apesar do maior número de colisões ocorrer em baixas altitudes, as colisões e os danos gerados em grandes altitudes não devem ser menosprezados. Isto porque, as velocidades das aeronaves são maiores nas fases de voo em altitudes elevadas, o que faz com que a força de impacto seja maior, podendo vir a causar graves consequências (Morais, 2012). As colisões por estações do ano no período de 2016 a 2019, demonstraram uma maior frequência durante o outono, seguido do verão, primavera e inverno. Essas flutuações de acordo com as estações podem estar relacionadas com o período de reprodução das aves e com a disponibilidade de alimentos. Contudo, para o estabelecimento de conclusões sobre o assunto, torna-se necessário um acompanhamento durante uma maior série temporal e também que se considere as particularidades de cada região geográfica e de cada espécie de ave envolvida nos casos de colisão. Isto porque, os diferentes climas existentes em um país com dimensões continentais como o Brasil pode influenciar de maneira diferente na ocorrência de eventos de colisão. Além disso, faz-se necessário verificar se a fauna, e particularmente a avifauna, envolvida nos eventos de colisão possui hábito migratório ou sedentário (não migratório). Dessa maneira, podem ser estabelecidas medidas mais adequadas para redução do risco de fauna em cada localidade. Portanto, sugere-se que novos estudos sejam empregados para tal temática abordando variáveis mais específicas.

Do total de reportes entre 2016 e 2019 que indicaram a parte da aeronave atingida, a maioria apontou que as colisões ocorreram na fuselagem, no motor, no radome e no para-brisas. Segundo Moraes (2012), As colisões ocorridas principalmente no para-brisas e no motor podem oferecer perigo aos operadores de aeronaves. Isso se deve ao fato de uma colisão no para-brisas ser capaz de rompê-lo (dependendo do material de sua composição e também da força e do ângulo do impacto gerado) vindo a atingir os pilotos. Além disso, a ingestão de fauna pelos motores pode acabar fazendo com que os mesmos parem de funcionar, provocando acidentes graves. Por isso, a identificação das partes mais atingidas se faz importante para a mensuração dos riscos a que a tripulação e os passageiros estão expostos e fornecerem subsídios para a adoção de medidas que levem a redução de tais riscos. Entre as aves identificadas nos eventos de colisão e que são

consideradas nocivas para a aviação, o Quero-quero/Tetéu apresentou maior frequência nos reportes, seguido do Caracará/Carrancho e do Urubu de cabeça preta/Corvo/Apitã. Esse resultado pode ser atribuído à disponibilidade de alimento nos aeroportos e nos seus arredores (Blackwell; Wright 2006). Por isso, o controle ao acesso da fauna aos resíduos, tal como o uso de lixeiras com tampa são ferramentas que podem ser eficazes para distanciamento desses animais (Novaes; Alvarez, 2010). Ainda com relação à presença de aves no ambiente aeroportuário, Costa (2002) ressalta que o Caracará/Carrancho e o Urubu de cabeça preta/Corvo/Apitã estão entre os predadores do Quero-quero/Tetéu, se alimentando de seus ovos e filhotes. Por isso, pode ser considerada a possibilidade do Quero-quero/Tetéu ser um dos fatores de atração de outras aves para este ambiente específico (Morais, 2012). Pelo risco oferecido pela presença da fauna nesses locais, podem ser adotadas iniciativas para realização do controle de acesso. Para o afugentamento da fauna na região aeroportuária podem ser empregadas medidas passivas e ativas. DeFusco e Unangst (2013), apontam como exemplos de medidas passivas de possível adoção a modificação de habitat, o uso de repelentes e a exclusão física. Os autores ainda ressaltam que associadas a tais medidas podem ser adotadas ações ativas, tais como: a captura de indivíduos, a manipulação de ovos e ninhos, o controle químico e abate por arma de fogo (DeFusco E Unangst, 2013). Essas ações devem criar uma sensação de medo nos animais que habitam os aeródromos e os seus arredores, induzindo a seleção de áreas mais afastadas do contato direto com as aeronaves (Rey E Liechti, 2015).

Apesar da vasta gama de ações possíveis, a adoção de métodos de manejo padronizados e eficazes para afugentar, de forma geral, todas as espécies é de extrema dificuldade, uma vez que o Brasil inclui espécies adaptadas às mais diversas variações ambientais. Entretanto, as espécies com maior recorrência nos registros devem ser incluídas em ações de manejo. Essas ações devem conter uma avaliação profunda das implicações ambientais, jurídicas e sociais, antes de serem implementadas, caso contrário, podem a curto-médio prazo serem ineficazes e/ou acabarem agravando ainda mais o problema (Nascimento *et al.*, 2005). Outro ponto a ser destacado com relação à fauna foi que a identificação das animais envolvidos nos eventos de colisão não foi realizada em quase metade dos registros. Segundo o CENIPA (2015) esse é o fator que mais limita o gerenciamento eficiente do risco de fauna. Com uma melhor identificação, seria possível implementar medidas de prevenção mais adequadas, já que dispositivos de afugentamento são eficazes apenas por um breve período, em função da capacidade de adaptação da fauna. Por isso, o aumento do investimento em cursos de capacitação para identificação de animais se faz necessário para profissionais envolvidos em atividades de aviação, de modo a tornar os voos mais seguros para todos (Novaes; Alvarez, 2010; Novaes e Cintra, 2015).

Considerações finais

Este estudo apresenta aspectos envolvidos nos eventos de colisão entre aeronaves e a fauna, tais como: as maiores frequências de casos em função do número de aeronaves registradas, da fase de voo, do período do ano, da parte da aeronave atingida e do tipo de fauna e a tendência de colisões esperada ao longo do tempo. Foi possível identificar que as questões envolvendo o risco de fauna não são de simples resolução, pois dependem de grande participação da sociedade,

de profissionais de aviação, e outros grupos e instituições ligados direta e indiretamente à essa problemática. Isso porque, ao que o cenário indica, tal aumento expressivo dos casos no país continuará progressivamente. Para alteração do cenário projetado para os próximos anos, são necessárias mudanças que abarquem os âmbitos social, ambiental e econômico. Tais medidas devem ser responsáveis por permitir a redução das desigualdades sociais, a facilitação ao acesso à moradia e aos serviços básicos, a redução do desmatamento e outras medidas, de modo a contribuir para um desenvolvimento mais sustentável. Apesar da noção de que o risco de fauna não poderá ser sanado em sua totalidade, é real a ideia de que o estudo, a interpretação e o planejamento de ações práticas tendo por base as análises realizadas no presente trabalho podem auxiliar na mitigação deste problema. Além disso, campanhas de conscientização para os profissionais envolvidos no setor de aviação e também para a sociedade civil, a disseminação de cursos de aperfeiçoamento profissional relacionados ao tema e o estímulo à realização de novas pesquisas técnicas também são de elevada importância para tal. Como contribuição final da pesquisa em questão, recomenda-se que estudos futuros abordem o risco de fauna com foco local, ou seja, considerando as particularidades socioambientais de cada região geográfica e os hábitos das espécies animais ali viventes. Dessa maneira, poderão ser desenvolvidas ações específicas para cada estado ou região do país (locais) e, conseqüentemente, a obtenção de melhores respostas em relação às medidas que venham a ser implementadas nacionalmente.

REFERÊNCIAS

- ARANA, Alba Regina Azevedo, 2015. Hespanhol, Rafael Medeiros. Resíduos Sólidos Urbanos e Risco Aviário: o Caso do Aeroporto Estadual de Presidente Prudente, Estado de São Paulo, Brasil. *Geografia (Londrina)*, v. 24, n. 1, p. 107-124.
- Blackwell, Bradley F., Wright, Sandra E. Collisions of red-tailed hawks (*Buteo jamaicensis*), turkey vultures (*Cathartes aura*), and black vultures (*Coragyps atratus*) with aircraft: implications for bird strike reduction. *Journal of Raptor Research*, v. 40, n. 1, p. 76-81, 2006.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). Resolução CONAMA nº 004/1995, de 09 de outubro de 1995. Estabelece as Áreas de Segurança Aeroportuária – ASAs. Brasília (DF), 1995. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=182>>. Acesso em: 15 out. 2019.
- Brasil. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Parecer nº04/2013/GRG/DCBIOISBF/MMA, de 1 de novembro de 2013. Brasília (DF), 2013. Disponível em: <http://sistema.cenipa.aer.mil.br/cenipa/Anexos/Parecer_MM_A-lista_de_especies_nocivas_a_aviacao.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2020.
- Centro De Investigação E Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (Cenipa). Anuário de risco de fauna – 2015. 2015. Disponível em: <<http://www2.fab.mil.br/cenipa/index.php/estatisticas/risco-da-fauna?download=129:perigo-aviario-e-fauna>>. Acesso em: 12 out. 2019.
- Centro De Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (Cenipa). Sistema de Gerenciamento de Risco de Fauna - Sigrá. 2020. Disponível em: <http://sistema.cenipa.aer.mil.br/cenipa/sigra/pesquisa_dadosExt>. Acesso em: 12 mar. 2020.
- Costa, Leny Cristina Milléo. O comportamento interespecífico de defesa do quero-quero, *Vanellus chilensis* (Molina, 1782)(Charadriiformes, Charadriidae). *Revista de etologia*, v. 4, n. 2, p. 95-108, 2002.
- Defusco, R. P., Unangst JR, E. T. Airport Wildlife life Population Management (ACRP Synthesis 39). Transport Research Board. Washington, 2013.
- 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, Richard A. Height distribution of birds recorded by collisions with civil aircraft. *The Journal of Wildlife Management*, v. 70, n. 5, p. 1345-1350, 2006.
- Guedes, Flávio Leôncio. A atuação do biólogo no gerenciamento do risco aviário em aeroportos. *Revista Conexão SIPAER*, v. 2, n. 3, p. 56-72, 2011.
- Huber, Gilbert Jacob. Análise do trabalho cognitivo dos pilotos de helicóptero da aviação offshore na Bacia de Campos. 125 p. Monografia (Bacharelado em Engenharia de Produção) - Escola Politécnica, Departamento de Engenharia Industrial, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.
- Mccreary, I. Fod, Birds, and the Case for Automated Scanning. Washington, DC: Insight SRI LLC. 2010.
- Mendonça, Flavio Antônio Coimbra. A ficha CENIPA 15 e as atividades de prevenção do risco aviário. *Revista Conexão SIPAER*, v. 2, n. 3, p. 9-55, 2011.
- Morais, Francisco José de Azevedo. Evolução do Risco Aviário no Brasil entre 2006 e 2010: Estatísticas e Probabilidades. *Revista Conexão SIPAER*, v. 3, n. 2, p. 209-217, 2012.
- Nascimento, Inês Lima Serrano *et al.* Diagnóstico da situação nacional de colisões de aves com aeronaves. *Ornithologia*, v. 1, n. 1, p. 93-104, 2005.
- Neto, José Antônio Pessoa *et al.*, 2006. Controle do perigo aviário causado por aves com adoção de medidas mitigadoras. In: 44o Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural (SOBER).
- Netzel, Christian, SÁ. 2004. Marcello Espinola Paraguassú. Estudo preliminar sobre a problemática das aves para a segurança do Aeroporto Internacional Tom Jobim e o Aterro Sanitário de Gramacho. 2004. 63 p. Curso de Atualização em Gestão Ambiental – Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro.
- Novaes, Weber Galvão; Alvarez, Martin Roberto Del Valle. 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, 2010.
- Novaes, Weber Galvão; Cintra, Renato. 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*, v. 117, n. 4, p. 650-659.
- Rey, L., Liechti, F. 2015. Overview of the aims and the extent of birdstrike prevention by lethal control on international airports. A literature review on behalf of the Federal Office of Civil Aviation (FOCA). Swiss Ornithological Institute, Sempach.
- Team, R. C. 2016. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. R: A language and environment for statistical computing.
- Zanatta, Bruno. 2012. Uso de falcões para combater aves no entorno de aeródromos: possíveis reflexos na responsabilidade civil do Estado em caso de colisão com aeronave. *Revista Conexão SIPAER*, v. 4, n. 1, p. 165-174.