

Ambiente aeroportuário e o risco de acidentes aeroviários por colisão com fauna em Joinville, SC, Brasil

*Airport environment and the risk of aircraft accidents by fauna
collision in Joinville, SC, Brazil*

Caroline Aparecida de **SOUZA**^{1,2} & Denise Monique Dubet da Silva **MOUGA**¹

RESUMO

A avaliação de risco de acidentes com fauna em aeroportos constitui ferramenta para a gestão dos ambientes aeroportuários. Nesse contexto, estudou-se o aeroporto de Joinville, examinando dados de ocorrência de colisões com fauna reportados ao Cenipa para o período de 2011 a 2020. Foram averiguadas as espécies de animais que colidiram, as condições meteorológicas nos momentos de colisão, os modelos de aviões, a periodicidade das colisões e a prevalência dos acidentes. Verificou-se que a ave quero-quero (*Vanellus chilensis*) é a que mais ocasiona colisões, seguida pela ave corucão (*Chordeiles nacunda*) e pela andorinha-de-sobre-branco (*Tachycineta leucorrhoa*). As espécies com maior número de colisões também são as mais encontradas na área aeroportuária. Animais terrestres envolveram-se em colisão (répteis, cachorro doméstico e cachorro selvagem). Os anos com maior número de colisões foram aqueles com maior quantidade de voos. O período do dia com maiores colisões foi o diurno. Em dias de céu claro, ocorreram mais colisões entre aves e aviões, assim como em dias sem nenhuma precipitação. Houve diferença significativa para as colisões no horário entre 7h e 8h. As colisões ocorreram em maior quantidade em aviões turbofan.

Palavras-chave: aeroporto; animais; condições meteorológicas.

ABSTRACT

Assessing the risk of accidents involving wildlife at airports is a tool for managing airport environments. In this context, Joinville airport was studied, examining data on the occurrence of collisions with fauna reported to Cenipa for the period from 2011 to 2020. The species of animals that collided, the meteorological conditions at the moments of collision, the aircraft models, the frequency of collisions, and the prevalence of accidents were investigated. It was found that the southern lapwing (*Vanellus chilensis*) is the one that causes the most collisions, followed by the *Nacunda* nighthawk (*Chordeiles nacunda*) and, then, the white-rumped swallow (*Tachycineta leucorrhoa*). The species with the highest number of collisions are also the species most found in the airport area. Land animals were involved in collisions (reptiles, domestic dogs and wild dogs). The years with the highest number of collisions were those with the highest number of flights. The period of the day with the greatest collisions was during the day. On days with clear skies, there were more collisions between birds and planes as well as on days without any precipitation. There was a significant difference in collisions between 7:00 am and 8:00 am. Collisions occurred more often in turbofan planes.

Keywords: airport; animals; weather conditions.

Recebido em: 10 mar. 2023
Aceito em: 1.º fev. 2024

¹ Universidade da Região de Joinville (Univille), Rua Paulo Malschitzki, n. 10, Zona Industrial – CEP 89219-710, Joinville, SC, Brasil.

² Autor para correspondência: carolinepetry1@gmail.com.

INTRODUÇÃO

Colisões entre aves e aeronaves têm sido registradas em diversos aeroportos em todo o mundo, e a preocupação com a segurança envolvendo voos tem se tornado cada vez mais evidente (MATIJACA, 2003). A grande maioria das colisões com aeronaves ocorre em baixas altitudes (CLEARY & DOLBEER, 2005), embora haja também registros de colisões em altitudes superiores (DOLBEER, 2006). Ressalte-se que, apesar de as aves serem as maiores vítimas e causadoras de colisões (97% do total de registros), 2% das colisões envolvem mamíferos e, do 1% remanescente, os répteis são a principal classe (DOLBEER & WRIGHT, 2009). A identificação da espécie animal envolvida em colisão com aeronave frequentemente não resulta em informação consistente pois o que resta do animal são apenas fragmentos de tecidos e líquidos, assim menos de 50% das colisões reportadas trazem informações sobre a espécie ou o grupo a que o animal pertencia (ALENCASTRO, 2014).

Nos últimos anos, vem ocorrendo no Brasil um aumento importante no número de colisões envolvendo aves, outros animais e aeronaves, entretanto há poucos trabalhos sobre colisões entre fauna e aeronaves, sendo necessárias pesquisas para melhor caracterização do problema (MORAES, 2016). Estudos que quantifiquem os fatores envolvidos e verifiquem o principal animal causador podem permitir minimizar o risco e a severidade de incidentes envolvendo a fauna e as aeronaves. Nesse contexto, o presente estudo objetivou examinar dados reportados de ocorrência de colisões com fauna, para averiguar as espécies de animais que colidiram, as condições meteorológicas nos momentos de colisão, os modelos de aviões envolvidos, a periodicidade das colisões e a prevalência temporal dos acidentes.

METODOLOGIA

ÁREA DE ESTUDO

O estudo desenvolveu-se no Aeroporto de Joinville – Lauro Carneiro de Loyola (SBJV), que recebe principalmente voos de negócios e de turismo de eventos e está localizado a 13 km do centro da cidade, movimentando, diariamente, uma média de 34 voos (figura 1) (INFRAERO, 2019). O aeroporto situa-se na região nordeste do estado de Santa Catarina (26°18'05" S; 48°50'38"O), distante 160 km da capital do estado, Florianópolis, possui uma área de 1134,03 km², com altitude média da sede de 4,5 m em relação ao nível do mar (INFRAERO, 2019). Confronta-se a oeste com o Distrito Industrial, ao norte com a cabeceira do Rio Cubatão, a leste e ao sul com a Baía Babitonga, tendo como vegetação predominante na região floresta ombrófila densa, parte integrante do domínio da floresta atlântica, com o relevo se desenvolvendo sobre terrenos cristalinos da serra do mar em uma área de sedimentação costeira; o clima da região é do tipo úmido a superúmido (PREFEITURA DE JOINVILLE, 2019).

O SBJV possui uma pista de pouso e decolagem (com 1.540 m de comprimento e 45 m de largura), duas pistas laterais (uma composta pela cabeceira 15 e outra pela cabeceira 33) e duas *taxiways* (pista de rolamento) de acesso ao pátio de aeronaves (INFRAERO, 2019).



Figura 1 – Localização da área de estudo. Fonte: Primária (2020).

A área aeroportuária possui aproximadamente 80 ha de gramados, plantados com espécies de gramíneas exóticas; na lateral da cabeceira 33 (lado próximo à Baía Babitonga), existe uma área de manguezal, banhada pelo Rio Iririú-guaçu, o qual está sob influência de maré e nasce fora da área patrimonial do aeroporto (INFRAERO, 2020).

COLETA DE DADOS

Para a identificação e a quantificação das espécies envolvidas em colisões no SBJV, foram analisadas todas as colisões registradas mensalmente entre fauna e aeronaves, de 2011 a agosto de 2020, reportadas ao Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (Cenipa), assim como foram analisadas as condições meteorológicas nos dias em que houve acidentes, reportadas também ao Cenipa.

Para os anos 2019 e 2020, realizou-se um censo visual, diurno, dos animais ocorrentes na área do aeroporto, pelo método de amostragem por ponto fixo (VIELLIARD & SILVA, 1990). Para o período noturno, foram apenas analisados os dados disponibilizados pelo Cenipa. Os dados taxonômicos do censo visual e do Cenipa estão descritos em Souza & Mougá (2023).

Verificaram-se os modelos de aeronaves que operam no aeroporto de Joinville e a incidência de colisões com os modelos.

Utilizaram-se o programa Statistica, versão 12.0, para análise Anova (análise de variância) e o teste de Fisher (LSD) e Tukey (HSD), também de variância, para destacar os períodos e os meses que tiveram maiores diferenças significativas, com valor de $p < 0,05$ (teste de LSD).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados analisados do Cenipa (2011 a agosto de 2020) permitiram verificar que o quero-quero (*Vanellus chilensis*) é a ave que mais ocasiona colisões e quase colisão, seguida pela ave corucão (*Chordeiles nacunda*) e, depois, pela andorinha-de-sobre-branco (*Tachycineta leucorrhoa*) (tabela 1, figura 2). Nos dados registrados no Cenipa, há um grande número de animais não identificados que são reportados como tendo ocasionado colisão, em função da dificuldade de identificação da espécie envolvida no encontro com a aeronave.

Tabela 1 – Quantidade de colisões para cada espécie de ave, entre os anos 2011 e 2020.

ESPÉCIE	ANO										total
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
Quero-quero	12	34	16	17	21	14	10	9	32	6	171
Corucão	1	4	4	7	8	3	5	3	9		44
Andorinha-de-sobre-branco	1	1	1		3	2		3	1		12
Tapicuru-de-cara-pelada		1		1				3	1		6
Coruja-de-igreja		1	3			1			1		6
Talha-mar	1	2			1						4
Polícia-inglesa-do-sul		2		1							3
Andorinha-pequena-de-casa	2										2
Bem-te-vi	1		1								2
Pica-pau					1				1		2
Garça-vaqueira	1				1						2
Andorinha-do-campo				1							1
Andorinhão-de-coleira			1								1
Batuiruçu		1									1
Biguá			1								1
Caminheiro-zumbidor	1										1
Carcará	1										1
Coruja-buraqueira						1					1
Coruja					1						1
Falcão-de-coleira		1									1
Garça-cinzenta	1										1
Garça		1									1
Jaçanã						1					1
Maçaricos			1								1
Maria-faceira					1						1
Marreca-ananai							1				1
Narceja		1									1
Passeriformes pequenos		1									1
Suiriri-cavaleiro				1							1
Tesourinha					1						1
Urubu-de-cabeça-preta					1						1
Não identificadas	11	6	7	13	22	14	16	41	36	8	174
Total	33	56	35	41	61	36	32	59	81	14	448

Fonte: Primária (2020).

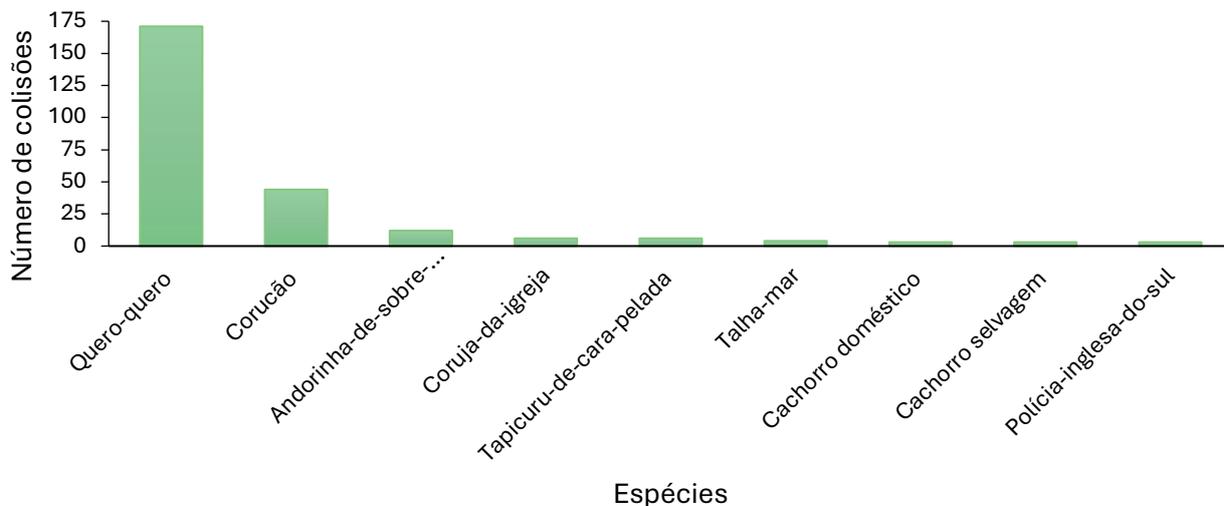


Figura 2 – Espécies que ocasionaram mais colisões entre os anos de 2011 e 2020. Fonte: Primária (2020).

Os dados mostraram também animais terrestres que se envolveram em colisão, havendo três registros e nenhum avistamento. Os animais terrestres incluíram répteis, cachorro doméstico e cachorro selvagem, nos anos de 2011, 2013, 2015, 2016, 2017, 2018 e 2019. Entende-se que as colisões ocorreram com o trem de pouso dos aviões, quando este estava em contato com a pista, durante a decolagem ou a aterrissagem.

Ficam evidentes os anos em que mais ocorreram colisões (2012, 2015, 2018 e 2019) e os anos em que menos houve colisões (2017 e 2020). Os anos com maior número de colisões também tiveram maior quantidade de voos; os anos com menor número de colisões tiveram menor quantidade de voos (figura 3), o que pode ser entendido como uma consequência decorrente. Em 2020, o principal motivo para a redução da quantidade de voos foi a pandemia de coronavírus.



Figura 3 – Quantidade de colisões e número de voos por ano, entre os anos 2011 e 2020. Fonte: Primária (2020).

Para analisar se houve diferenças significativas na quantidade de indivíduos que colidiram (quantidade de colisões) nos anos analisados, foi realizada a análise de variância (figura 4).

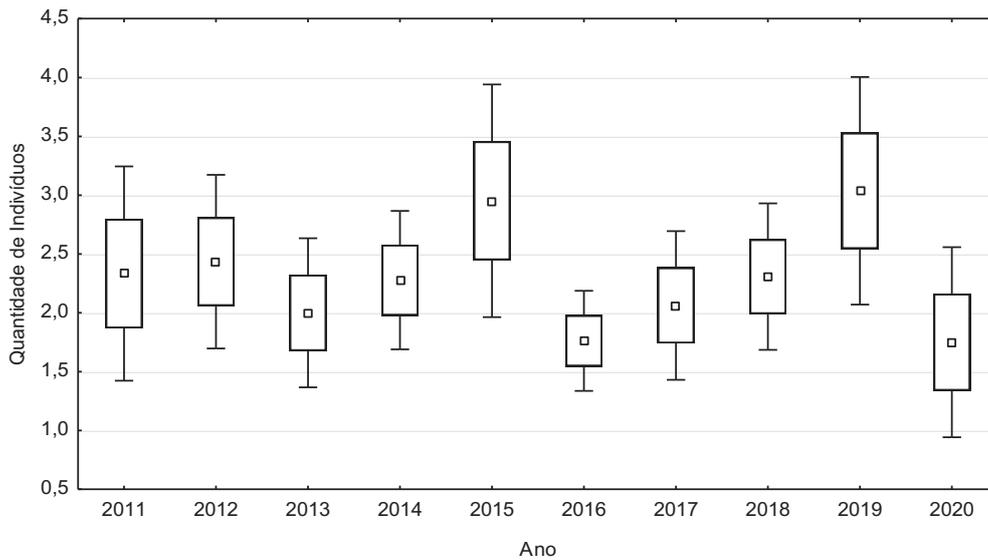


Figura 4 – Quantidade de indivíduos que colidiram entre os anos 2011 e 2020. Fonte: Primária (2020).

Observando a figura 4, pode-se perceber que, apesar de a quantidade de indivíduos que colidiram ser maior ou menor em alguns anos, não houve diferença significativa na quantidade de colisões nos anos analisados. As maiores médias ocorreram no ano 2012, com média (\bar{x}) de 2,43 ($ep = \pm 0,37$) indivíduos, no ano 2015 ($\bar{x} = \pm 2,95$; $ep = \pm 0,50$ indivíduos) e no ano 2019 ($\bar{x} = \pm 3,03$; $ep = \pm 0,49$ indivíduos) ($ep = \text{erro padrão}$).

As condições meteorológicas dos anos 2011 a 2020 foram analisadas segundo o período do dia em que ocorreram colisões e a condição do céu (incluindo a informação sobre precipitação). Verificou-se que o período do dia com mais colisões é o diurno (figura 5).



Figura 5 – Período do dia em que ocorreu o maior número de colisões entre os anos de 2011 e 2020. Fonte: Primária (2020).

Para o período do dia em que mais ocorrem colisões, a análise foi realizada observando-se a quantidade de indivíduos que colidiram a cada período (figura 6). Apesar de o período diurno apresentar maior número de colisões (período em que as aves e os aviões estão mais ativos), não houve diferença significativa em relação ao período noturno.

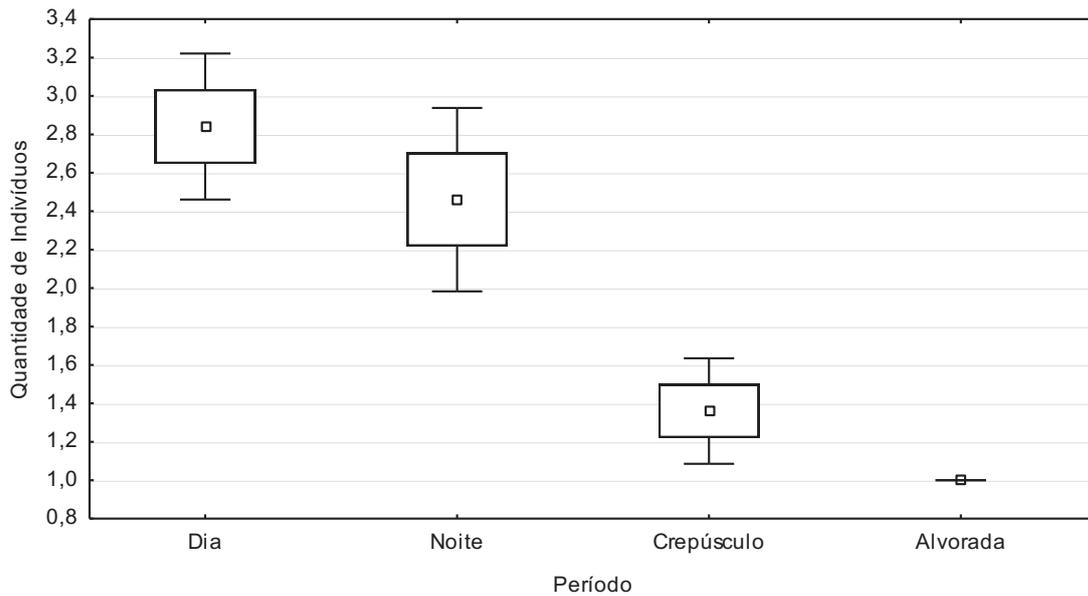


Figura 6 – Quantidade de indivíduos que colidiram por período do dia entre 2011 e 2020. Fonte: Primária (2020).

A comparação da quantidade de indivíduos que colidiram durante o período do dia e o período da noite não evidenciou diferenças significativas e, entre o crepúsculo e a alvorada, também não. Entretanto houve diferenças significativas: ($p = 0,0005$) entre o dia ($\bar{X} = \pm 2,85$; $ep = \pm 0,19$) e o crepúsculo ($\bar{X} = \pm 1,36$; $ep = \pm 0,14$); ($p = 0,02$) entre a noite ($\bar{X} = \pm 2,46$; $ep = \pm 0,24$) e o crepúsculo ($\bar{X} = \pm 1,36$; $ep = \pm 0,14$); ($p = 0,0001$) entre o dia ($\bar{X} = \pm 2,85$; $ep = \pm 0,19$) e a alvorada ($\bar{X} = \pm 1,0$); ($p = 0,007$) entre a noite ($\bar{X} = \pm 2,46$; $ep = \pm 0,24$) e a alvorada ($\bar{X} = \pm 1,0$). Os períodos do dia em que ocorrem mais colisões com aeronaves estão relacionados com os hábitos das aves envolvidas e com o horário de operação dos aeroportos, fazendo com que a concentração de voos no período do dia e sua diminuição no período noturno elevem a possibilidade de colisões nos períodos diurnos (NOVAES, 2007).

Além disso, também foi comparada a quantidade de indivíduos que colidiram ao longo dos meses do ano em relação ao período do dia em que ocorreu a colisão (figura 7). Os dados dos vários anos foram reunidos.

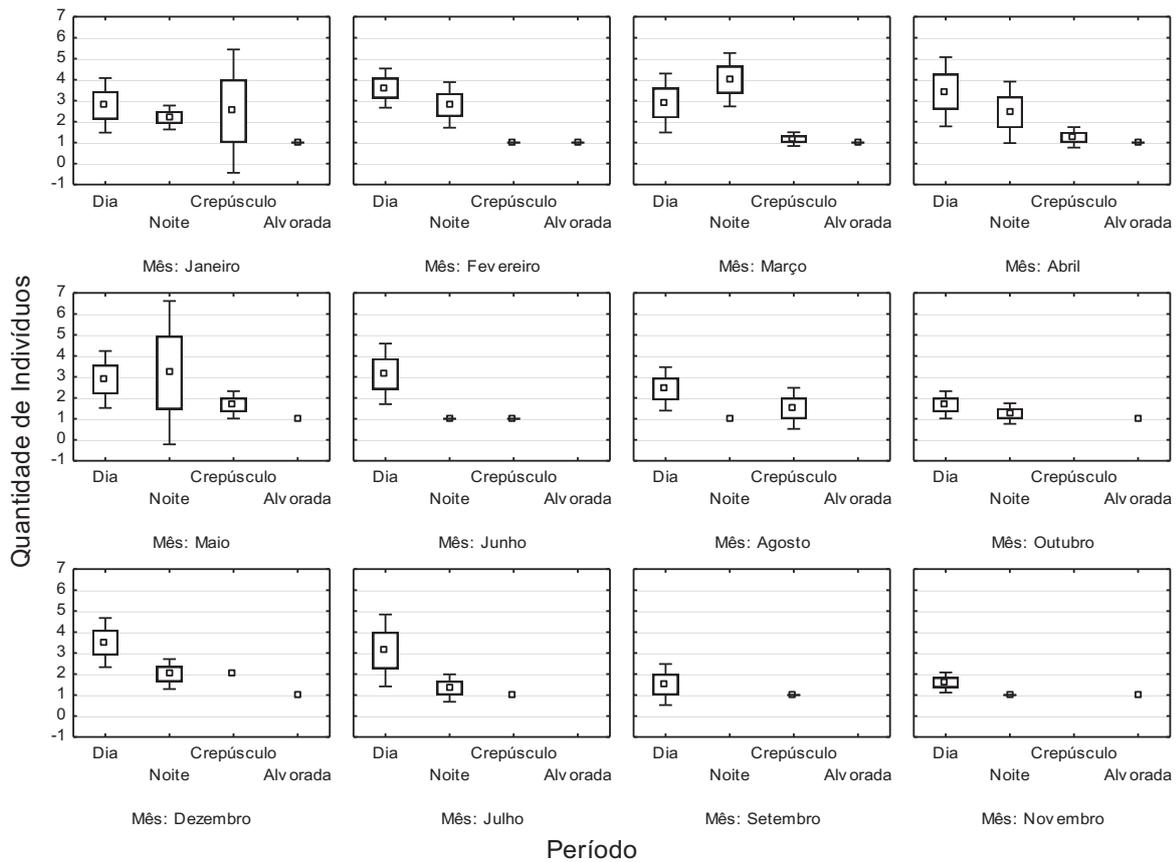


Figura 7 – Quantidade de indivíduos que colidiram por período em todos os meses do ano. Fonte: Primária (2020).

De forma geral, comparando-se a quantidade de indivíduos que colidiram em cada período dos meses analisados, verifica-se que houve diferenças significativas ($p = 0,041$). Constatam-se diferenças entre dia e alvorada, nos meses de janeiro, maio e dezembro, e entre dia e crepúsculo, no mês de julho. Entretanto, nesses meses, as diferenças não foram significativas na análise de variância, com todos os valores de $p > 0,05$, em virtude de baixos desvios ou por apenas se ter um registro. Foram registradas diferenças em fevereiro ($p = 0,048$) entre o dia ($\bar{X} = \pm 3,6$; $ep = \pm 0,47$) e crepúsculo ($\bar{X} = \pm 1,0$); ($p = 0,01$), entre dia ($\bar{X} = \pm 3,6$; $ep = \pm 0,47$) e alvorada ($\bar{X} = \pm 1,0$); houve diferença entre noite e crepúsculo e noite e alvorada também, porém com valor de $p > 0,05$. Em março foram registradas diferenças ($p = 0,001$) entre noite ($\bar{X} = \pm 4,0$; $ep = \pm 0,64$) e crepúsculo ($\bar{X} = \pm 1,16$; $ep = \pm 0,16$); ($p = 0,007$) entre noite ($\bar{X} = \pm 4,0$; $ep = \pm 0,64$) e alvorada ($\bar{X} = \pm 1,0$). Observaram-se diferenças em abril ($p = 0,039$) entre dia ($\bar{X} = \pm 3,4$; $ep = \pm 0,84$) e alvorada ($\bar{X} = \pm 1,0$); ($p = 0,041$), entre dia ($\bar{X} = \pm 3,4$; $ep = \pm 0,84$) e crepúsculo ($\bar{X} = \pm 1,25$; $ep = \pm 0,25$). Junho e agosto foram os únicos meses que apresentaram diferenças entre o dia e a noite, mas junho ainda apresentou diferença entre dia e crepúsculo (porém com valor de $p > 0,05$ em decorrência de desvios baixos). Os meses de setembro, outubro e novembro não mostraram nenhuma diferença significativa entre os períodos.

Em relação à condição de céu e número de colisões, os dados mostram que, em dias de céu claro, ocorreram mais colisões entre aves e aviões (figura 8). Ressalte-se que há mais voos em dias de céu claro.

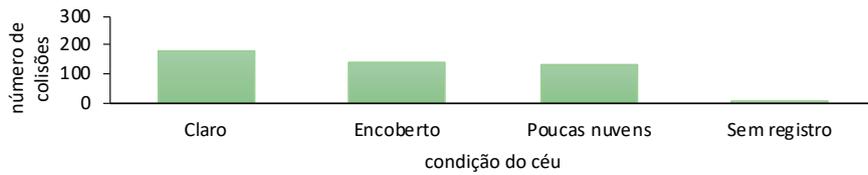


Figura 8 – Condição do céu nos dias em que ocorreram colisões entre os anos de 2011 e 2020. Fonte: Primária (2020).

Houve mais registros de colisões em dias sem nenhuma precipitação. Nota-se que, em dias com chuva, os voos não ocorrem ou ocorrem em menor quantidade (figura 9). As aves também desempenharam menos atividades em dias com precipitação (SOUZA & MOUGA, 2023). Sabe-se que a sazonalidade da precipitação atua sobre a variação na disponibilidade de alimento e pode interferir nos ciclos reprodutivos das aves (WILLIAMS & MIDDLETON, 2008).

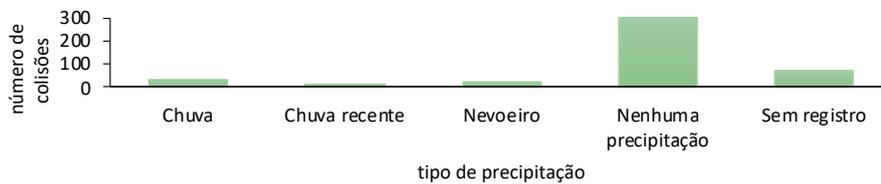


Figura 9 – Tipo de precipitação nas ocasiões em que ocorreram colisões entre os anos de 2011 e 2020. Fonte: Primária (2020).

De acordo com a análise de variância, para todas as informações, de ambos os registros de tempo (condição do céu e precipitação), houve diferenças significativas ($p = 0,001$) (figura 10). Analisando-se a quantidade de indivíduos que colidiram, em cada condição de céu reportada, com os tipos de precipitação, foi observado que houve diferenças significativas ($p = 0,0004$) entre condição de céu claro sem nenhuma precipitação ($\bar{X} = \pm 2,35$; $ep = \pm 0,20$) e condição de céu encoberto sem nenhuma precipitação ($\bar{X} = \pm 1,45$; $ep = \pm 0,12$).

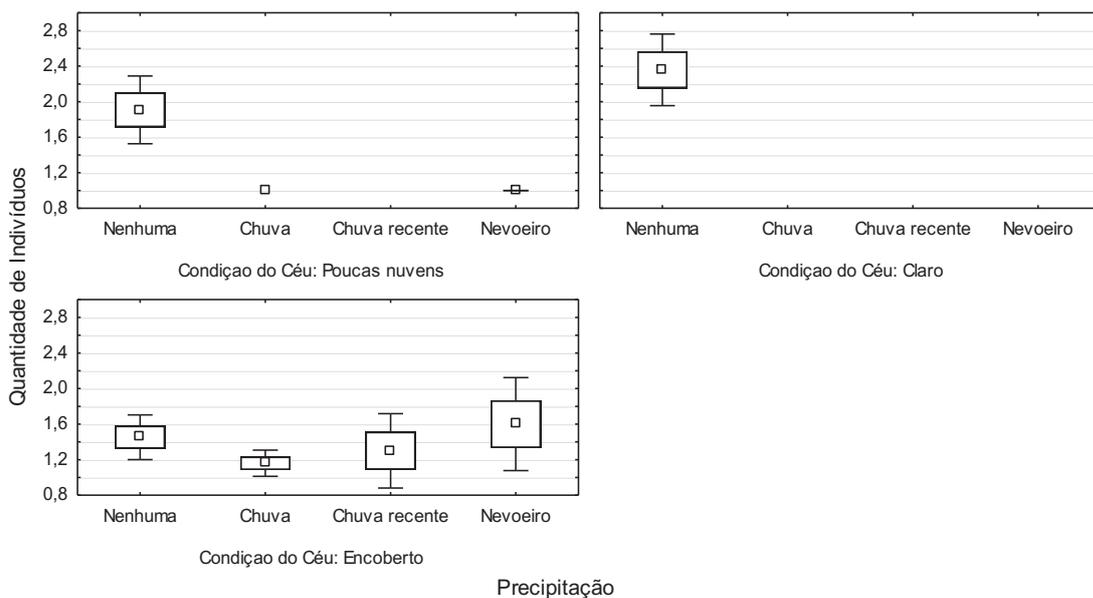


Figura 10 – Quantidade de indivíduos que colidiram em relação à condição de céu e o tipo de precipitação. Fonte: Primária (2020).

Ressalve-se também que, quando a condição de céu é clara, não há registros de precipitação, o que é congruente, já que geralmente as condições de precipitação ocorrem em dias encobertos ou com nuvens. Há também que se observar que há poucos registros de voos com precipitação, uma vez que há menos atividades aeroportuárias nesses dias. O resultado de que houve diferenças significativas para todas as informações se dá pelo fato de que a análise considera diferenças entre informações registradas e não registradas, porém o valor de $p < 0,05$ aparece apenas em comparação a uma condição de tempo registrada (com precipitação).

De setembro 2019 a agosto 2020 (durante 12 meses), foram observadas as aves que apareceram dentro da área do aeroporto ou no entorno, mediante observação direta com binóculo e com registros de câmera fotográfica, sendo a quantidade de indivíduos de uma mesma espécie contada de hora em hora, durante 12 horas de observação (SOUZA & MOUGA, 2023). Analisando-se os dados do estudo mencionado, verifica-se que foram avistadas 23 espécies e que foram assinaladas 26 espécies que causaram colisões. Das 23 avistadas, nove não estão envolvidas com colisões. Das 26 envolvidas com colisões, 14 não foram avistadas. Assim, o corucão, segundo colocado em colisões, não foi avistado, assim como a coruja-de-igreja e o talha-mar. Isso sugere que as espécies que causam colisões não necessariamente são encontradas no sítio aeroportuário e que a colisão pode ter ocorrido no momento em que o avião estava no ar. Além disso, para as espécies que foram avistadas, há a possibilidade de que elas fujam rapidamente quando um avião se aproxima, saindo da rota de aeronaves e não sendo registradas em colisões.

Por outro lado, as espécies com maior número de colisões (quero-quero, corucão e andorinha-de-sobre-branco) (figura 11) também são as mais encontradas na área aeroportuária (figura 12). O quero-quero é a ave que traz mais problemas ao aeroporto de Joinville. De acordo com Bencke (2001), é uma espécie gregária (vive em bandos) e, por ter essa característica, acaba contribuindo para o maior número de colisões.

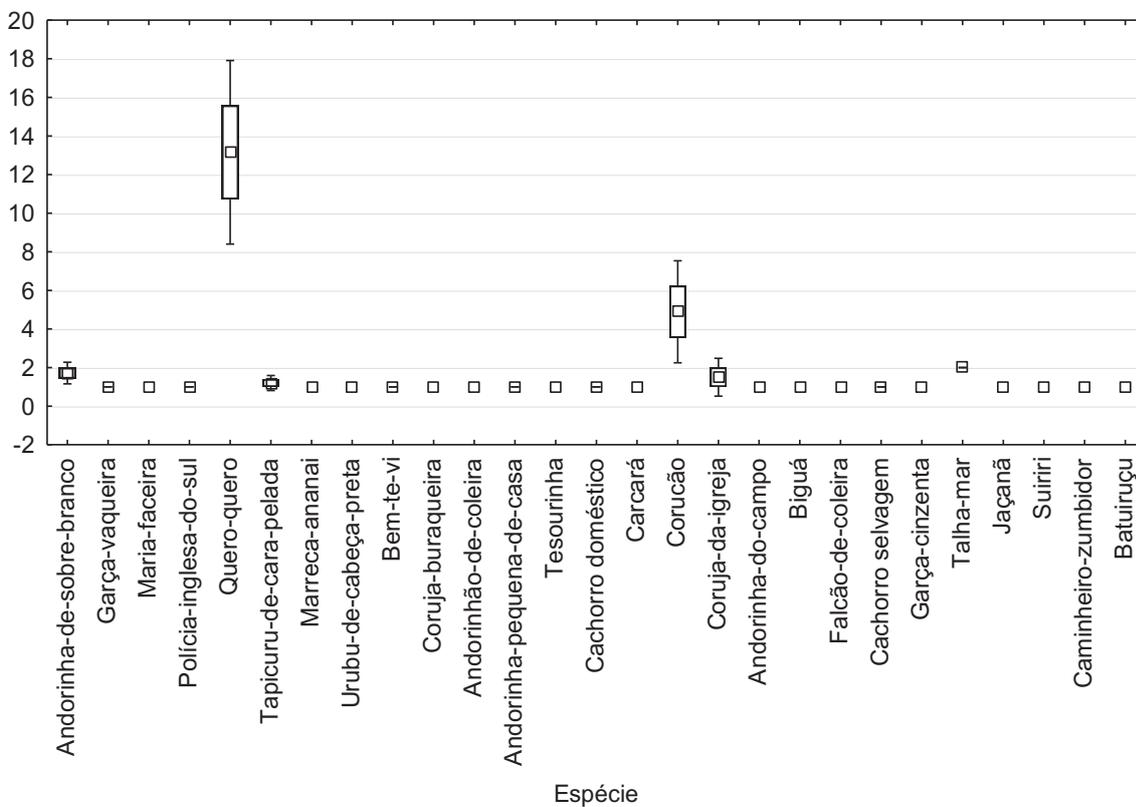


Figura 11 – Espécies que ocasionaram colisões nos anos analisados. Fonte: Primária (2020).

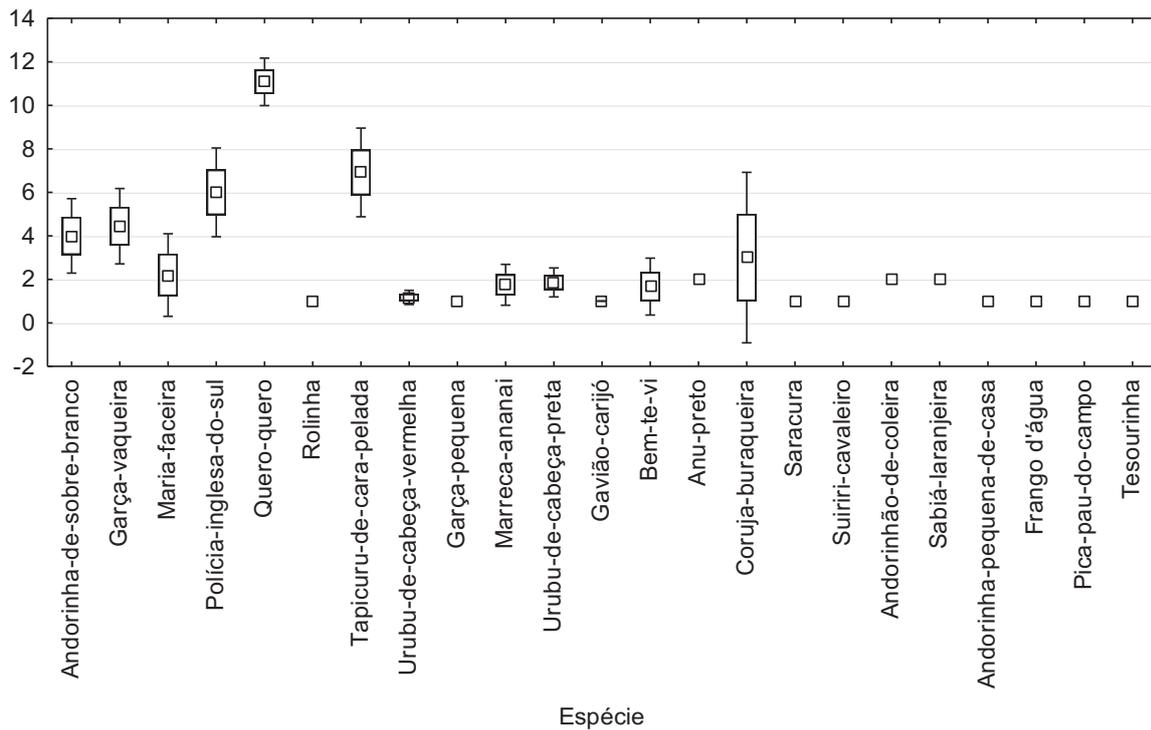


Figura 12 – Espécies mais avistadas na área aeroportuária durante os censos realizados (SOUZA & MOUGA, 2023). Fonte: Primária (2020).

Comparando-se as figuras 11 e 12, que relacionam colisões com espécies avistadas, por meio da análise de variância, comprova-se que o quero-quero é a ave que mais ocasiona colisões ($\bar{X} = \pm 13,15$; $ep = \pm 2,42$) e a mais avistada ($\bar{X} = \pm 11,08$; $ep = \pm 0,55$) no SBJV, com alta diferença significativa em relação às demais espécies. O coruço é a segunda ave com mais reporte de colisão ($\bar{X} = \pm 4,88$; $ep = \pm 1,34$), porém não apresenta diferenças com a coruja-de-igreja ($\bar{X} = \pm 1,5$; $ep = \pm 0,5$) e o talha-mar ($\bar{X} = \pm 2$), espécies que não foram encontradas na área aeroportuária durante o período de observação. A segunda ave mais avistada é tapicuru-de-cara-pelada ($\bar{X} = \pm 6,91$; $ep = \pm 1,04$), mas não apresenta diferenças significativas em relação às aves polícia-inglesa-do-sul ($\bar{X} = \pm 6,0$; $ep = \pm 1,04$), garça-vaqueira ($\bar{X} = \pm 4,44$; $ep = \pm 0,88$), andorinha-de-sobre-branco ($\bar{X} = \pm 4,0$; $ep = \pm 0,87$) e coruja-buraqueira ($\bar{X} = \pm 3,0$; $ep = \pm 2,0$). Essas últimas espécies também já ocasionaram colisões, porém com variância muito baixa ou sem nenhuma variância, e tiveram diferenças significativas em relação ao quero-quero e ao coruço.

Foi analisado se houve diferenças significativas nos horários com mais colisões de acordo com o Cenipa e com os horários em que se verificaram mais aves pelo censo visual (figura 13).

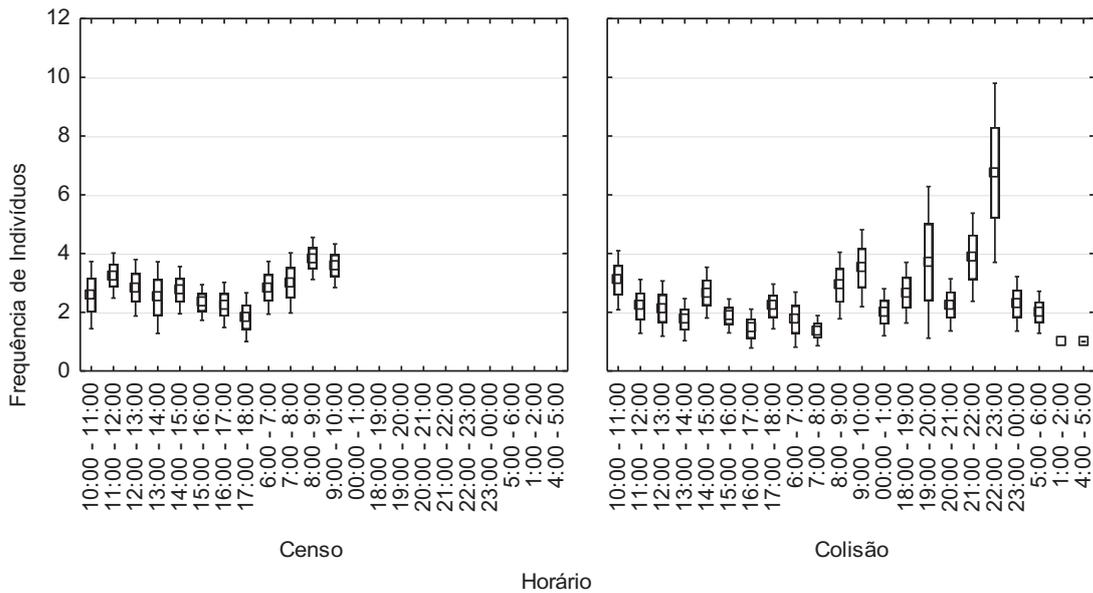


Figura 13 – Comparação entre a quantidade de indivíduos que colidiram registrada pelo Cenipa com o total de animais avistados durante o período de observação, em cada hora do dia (SOUZA & MOUGA, 2023). Fonte: Primária (2020).

É possível verificar que ocorreram diferenças significativas entre a quantidade de indivíduos que colidiram e a quantidade de indivíduos avistados entre os horários ($p = 0,00$). É importante destacar que o horário com diferença significativa ($p = 0,048$) foi entre 7h e 8h do censo ($\bar{X} = \pm 3,0$; $ep = \pm 0,52$) e 7h e 8h dos registros de colisões ($\bar{X} = \pm 1,37$; $ep = \pm 0,26$). Isso significa que, entre esses horários (que se situam após o nascer do sol), muitas espécies estão mais ativas, ou seja, bandos de aves saem do seu local de repouso e cruzam a área aeroportuária em busca de áreas para alimentação. Além disso, é o horário em que os funcionários começam a realizar suas atividades no aeroporto (roçagem da grama), o que atrai as aves para o local nesse período, em função do aparecimento de alimento. Para o período da noite, apenas há registros de colisões, pois os censos não foram realizados.

Verificaram-se também os modelos de avião que operam no SBJV, aqueles com maior atividade e que transportam um grande número de pessoas. Observou-se que são dos modelos turbofan e turbo-hélice (figura 14). A diferença entre os dois modelos é que aviões turbofan (turbina) têm capacidade de transportar mais passageiros e atuam só em aeroportos grandes; já os aviões turbo-hélice (hélice) transportam menos passageiros, mas podem atuar em aeroportos pequenos e grandes (MASCHIETTO, 2014). Outra diferença entre esses modelos de aviões se dá em relação à turbulência na hora do voo: aviões turbo-hélice sofrem mais turbulência por voar em alturas mais baixas e passar por nuvens, já os turbofan sofrem menos turbulência, pois voam em alturas mais elevadas, ou seja, alturas que ultrapassam as nuvens (CARVALHO, 2018).



Figura 14 – Tipos de aviões que operam no aeroporto de Joinville. Fonte: Primária (2020).

De acordo com a tabela 2, no total, 283 colisões ocorreram entre animais e aviões turbofan ou turbo-hélice, que desenvolvem maior atividade no SBJV, entre os anos de 2011 e 2020. Outras colisões (173) ocorreram, porém com aviões menores, particulares ou desconhecidos, ou seja, a colisão foi reportada ao Cenipa, mas não foi mencionado o tipo de aeronave. Os dados aqui analisados mostraram que, durante os anos, as colisões ocorreram em maior quantidade em aviões turbofan, visto ser o tipo de avião que mais opera no SBJV. De acordo com Metz *et al.* (2020), há mais aviões turbofan em operação atualmente e, por isso, há mais colisões com esse modelo, no qual as turbinas deslocam uma grande quantidade de ar para trás (o que move a aeronave) e as aves são arrastadas para dentro delas (SANTOS, 2019), tendo os aviões do tipo turbofan tido 1,7 vezes mais colisões com aves do que os modelos turbo-hélice (CANADA, 2019).

Tabela 2 – Quantidade de colisões por tipo de avião entre os anos de 2011 e 2020.

Tipo de Avião	ANO										Total
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
Turbo-hélice	13	6	3	20	24	10	12	20	20	2	130
Turbofan	8	6	10	8	18	12	13	21	43	14	153
											283

Fonte: Primária (2020).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aeroporto, pela imensa extensão de área gramada, abriga uma enorme variedade de insetos, que servem de repasto aos animais, além de se constituir em lugar de abrigo e nidificação. A grama muito baixa e o solo exposto também propiciam às aves encontrarem alimento variado no solo. A área de manguezal que está localizada muito próxima do aeroporto também é um atrativo para a fauna, por ser uma área mais preservada e de difícil acesso humano, com diversas árvores que são utilizadas para a nidificação. São encontradas também várias árvores frutíferas no entorno do aeroporto que atraem animais frugívoros.

O presente estudo mostrou que, no aeroporto de Joinville, há diferentes espécies de animais, principalmente aves. As espécies de aves envolvidas na maior parte das colisões são o quero-quero, o corucão e a andorinha-de-sobre-branco. São espécies geralmente favorecidas pelas mudanças no ambiente causadas pela ação humana, especialmente o quero-quero (*Vanellus chilensis*).

O estudo sobre as espécies que frequentemente colidem com aeronaves, juntamente com o conhecimento sobre as condições ambientais prevalentes nos acidentes e sobre as aeronaves, em termos de segurança aeroportuária, é essencial para a gestão do risco de fauna nos aeroportos.

AGRADECIMENTOS

À Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária por apoiar este trabalho, ao Cenipa por manter abertos os dados de intercorrências com fauna na aviação brasileira, ao Doutor Pedro Carlos Pinheiro o apoio nos dados de estatística.

REFERÊNCIAS

Alencastro, F. B. Aplicação de ferramentas de geotecnologia para análise multitemporal do risco de acidentes aviários por colisão com fauna em dez aeroportos brasileiros [Dissertação de Mestrado]. Brasília: Instituto de Geociências / Universidade de Brasília; 2014.

Bencke, G. A. Lista de referência das aves do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul; 2001. 104 p.

- Canada, T. Bird Strike Information System. 2019. [Acesso em: 4 nov. 2020]. Disponível em: <https://wwwapps.tc.gc.ca/Saf-Sec-Sur/2/basis/>.
- Carvalho, K. C. Simulação computacional do escoamento na seção de exaustão do motor PT6a-34 [Trabalho de Conclusão de Curso]. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia; 2018.
- Cleary, E. C. & Dolbeer, R. A. Wildlife hazard management at airports: a manual for airport personnel. Washington: USDA / National Wildlife Research Center – Staff Publications; 2005. 363 p. [Acesso em: 17 jan. 2019]. Disponível em: https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1127&context=icwdm_usdanwrc.
- Dolbeer, R. A. Height distribution of birds recorded by collisions with civil aircraft. *Journal of Wildlife Management*. 2006; 70(5): 1345-1350. [Acesso em: 17 jan. 2019]. Disponível em: http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1496&context=icwdm_usdanwrc.
- Dolbeer, R. A. & Wright, S. E. Safety management systems: How useful will the FAA National Wildlife strike database? *Human-Wildlife Conflicts*. 2009; 3(2):167-178.
- Infraero Aeroportos. Aeroporto Lauro Carneiro de Loyola. [Acesso em 22 mar. 2019]. Disponível em: <https://www4.infraero.gov.br/aeroportos/aeroporto-de-joinville-lauro-carneiro-de-loyola/>.
- Infraero Aeroportos. Identificação do perigo da fauna. Aeroporto Lauro Carneiro de Loyola, Joinville; 2020.
- Manenti, R., Mori, E., Di Canio, V., Mercurio, S., Picone, M., Caffi, M., Brambilla, M., Francesco, G. & Rubolini, D. The good, the bad and the ugly of covid-19 lockdown effects on wildlife conservation: insights from the first European locked down country. *Biological Conservation*. 2020; 249: 108728.
- Maschietto, V. C. L. Modelagem das curvas de rendimento de turbinas aeronáuticas turbofan e turbojato. [Trabalho de Conclusão de Curso]. Ponta Grossa: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2014.
- Matijaca, A. Bird strike outside airport boundaries. Proceeding. 26th International Bird Strike Committee. Warsaw; 2003.
- Metz, I. C., Ellerbroek, J., Mühlhausen, T., Kügler, D. & Hoekstra, J. M. The bird strike challenge. *Aerospace*. 2020; 7(3): 26-46.
doi: 10.3390/aerospace7030026
- Moraes, F. M. Aves e aeronaves: um encontro inconveniente. Gestão ambiental aplicada à mitigação do risco aviário em Manaus/AM [Dissertação de Mestrado]. Manaus: Universidade Federal do Amazonas; 2016.
- Novaes, W. G. Diagnóstico das colisões com aves no Aeroporto Jorge Amado (Ilhéus – BA) e influência dos urubus-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus* – Bechstein, 1793) sobre o risco na aeronavegação [Dissertação de Mestrado]. Ilhéus: Universidade Estadual de Santa Cruz; 2007.
- Porto, P. M., Liberman, B. & Prochnow, T. R. Manejo da vegetação para redução do perigo aviário para habitats campestres no Aeroporto Salgado Filho. *Technologia*. 2007; 8(1): 83-96.
- Prefeitura de Joinville. Joinville: cidade em dados. [Acesso em: 15 abr. 2019]. Disponível em: <https://www.joinville.sc.gov.br/wp-content/uploads/2019/08/Joinville-Cidade-em-Dados-2019-Ambiente-Natural.pdf>.
- Santos, G. Como trabalha a turbina de um avião? Blog Decore o seu Futuro; 2019. [Acesso em: 3 nov. 2020]. Disponível em <https://www.aerotd.com.br/decoleseufuturo/como-trabalha-a-turbina-de-um-aviao/>.
- Souza, C. A. & Mougá, D. M. D. S. Avifauna em sistema natural antropizado: urbanização e diversidade. *In*: Melo Jr., J.C.F. & Lorenzi, L. Biodiversidade urbana: dinâmica e conservação. Curitiba: Editora Bagai; 2023. p. 9-24.
- Vielliard, J. & Silva, W. R. Nova metodologia de levantamento quantitativo da avifauna e primeiros resultados no interior do estado de São Paulo, Brasil. *Anais. IV ENA V*. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco; 1990. p. 117-151.
- Williams, S. E. & Middleton, J. Climatic seasonality, resource bottlenecks, and abundance of rainforest birds: implications for global climate change. *Diversity and Distributions*. 2008; 14: 69-77.