

Análise do risco aviário no Aeroporto Senador Petrônio Portella, Teresina-PI

Éthylna Marina Corrêa Santos^{1,*} , Anderson Guzzi^{1,2} , Francisco das Chagas Vieira Santos³ , Ivo Gabriel Barros Mineiro² 

1 Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA/UFPI), Av. Universitária, 1310 – Bairro Ininga. Teresina – PI. 64.049-550.

2 Universidade Federal do Delta do Parnaíba, Av. São Sebastião, 2819 - Nossa Sra. de Fátima, Parnaíba - PI, 64202-020.

3 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Base Avançada Belém - GR 1. Avenida Júlio César - de 3142 ao fim - lado par. Val-de-Cães, Belém, PA – Brasil. 66617420.

*Autor para correspondência: ethynna@ufpi.edu.br

Recebido em 11 de abril de 2022.

Aceito em 06 de novembro de 2022.

Publicado em 30 de novembro de 2022.

Resumo – Estudos em aeroportos são necessários para entender a influência destes espaços sobre a comunidade de aves e para listar os perigos que esse grupo pode ocasionar ao tráfego aéreo. O risco de acidentes envolvendo a avifauna e aeronaves é crescente devido ao aumento de linhas aéreas, expansão desordenada das cidades, falta de saneamento e de consciência ambiental por parte da população residente em áreas aeroportuárias, favorecendo a permanência de aves. Para avaliar esse potencial foram identificadas as espécies de aves que representam um risco iminente de colisões com aeronaves no aeroporto Senador Petrônio Portella, em Teresina-PI. Foram registradas 70 espécies de aves na área de estudo em 84 dias de amostragem, distribuídas em 34 famílias. As espécies: *Estrilda astrild*, *Columba livia*, *Leistes superciliaris*, *Coragyps atratus* e *Tachornis squamata* foram responsáveis por 64% de todos os avistamentos. Seis espécies apresentaram maior risco de colisão com aeronaves de acordo com a metodologia adotada: *Cathartes aura*, *Cathartes burrovianus*, *C. atratus*, *Heterospizias meridionalis*, *C. livia* e *Caracara plancus*. Este trabalho pode promover a geração de medidas mitigatórias buscando a redução desse risco, assim como estimular o debate deste tema pela sociedade civil e comunidade científica.

Palavras-chave: Aeronaves. Colisões. Avifauna.

Avian risk analysis at Senador Petrônio Portella Airport, Teresina-PI

Abstract – Studies in airports are necessary to understand the influence of these spaces on the bird community and to list the dangers that this group can cause to air traffic. The risk of accidents involving birds and aircraft is increasing due to the increase in airlines, disorderly expansion of cities, lack of sanitation and environmental awareness on the part of the population residing in airport areas, favoring the permanence of birds. To assess this potential, bird species that represent an imminent risk

of collisions with aircraft at Senador Petrônio Portella airport, in Teresina-PI, were identified. Seventy bird species were recorded in the study area in 84 days of sampling, distributed in 34 families. The species: *Estrilda astrild*, *Columba livia*, *Leistes superciliaris*, *Coragyps atratus* and *Tachornis squamata* were responsible for 64% of all sightings. Six species presented a higher risk of collision with aircraft according to the methodology adopted: *Cathartes aura*, *Cathartes burrovianus*, *C. atratus*, *Heterospizias meridionalis*, *C. livia* and *Caracara plancus*. This work can promote the generation of mitigation measures seeking to reduce this risk, as well as stimulate the debate on this topic by civil society and the scientific community.

Keywords: Aircraft. Collisions. Bird fauna.

Análisis de riesgo aviar en el Aeropuerto Senador Petrônio Portella, Teresina-PI

Resumen – Los estudios en los aeropuertos son necesarios para comprender la influencia de estos espacios en la comunidad de aves y enumerar los peligros que este grupo puede causar al tráfico aéreo. El riesgo de accidentes con aves y aeronaves va en aumento debido al aumento de líneas aéreas, la expansión desordenada de las ciudades, la falta de saneamiento y conciencia ambiental por parte de la población residente en las zonas aeroportuarias, favoreciendo la permanencia de las aves. Para evaluar este potencial, se identificaron especies de aves que representan un riesgo inminente de colisión con aeronaves en el aeropuerto Senador Petrônio Portella, en Teresina-PI. Setenta especies de aves fueron registradas en el área de estudio en 84 días de muestreo, distribuidas en 34 familias. Las especies: *Estrilda astrild*, *Columba livia*, *Leistes superciliaris*, *Coragyps atratus* y *Tachornis squamata* fueron responsables del 64% de todos los avistamientos. Seis especies presentaron mayor riesgo de colisión con aeronaves según la metodología adoptada: *Cathartes aura*, *Cathartes burrovianus*, *C. atratus*, *Heterospizias meridionalis*, *C. livia* y *Caracara plancus*. Este trabajo puede promover la generación de medidas de mitigación que busquen reducir este riesgo, así como estimular el debate sobre este tema por parte de la sociedad civil y la comunidad científica.

Palabras clave: Aeronave. Colisiones. Avifauna.

Introdução

O risco potencial de colisões com aves, no solo ou espaço aéreo, é conhecido como perigo aviário (Luigi et al. 2010), que pode provocar desde prejuízos econômicos até a perda de vidas humanas. Thorpe (2003) destaca que, no mundo, os acidentes com a avifauna resultaram em 190 óbitos e perda de 52 aeronaves, entre os anos de 1912 e 1995. Na maioria dos casos são registrados apenas leves danos nas aeronaves, porém, mais de 10% dos acidentes podem gerar consequências graves à segurança do voo (Serrano et al. 2005). A ameaça da fauna para a aviação sempre foi contínua, desde os voos pioneiros, em 1906, até os dias atuais, porém se agravou pela expansão das cidades e crescimento populacional em torno dos aeroportos (Bruno e Barreto 2017).

Em geral, os aeroportos situam-se próximos de áreas com elevada densidade populacional, o que aumenta o número de focos atrativos para as aves (Souza 2003). A aviação civil dos Estados Unidos gasta anualmente 500 milhões de dólares com manutenção de aeronaves por causa dos acidentes com aves. O custo anual relacionado a cancelamento e atraso chega a 1,28 bilhão de dólares (Allan e Orosz 2001; Dolbeer et al. 2013). No Brasil, os prejuízos anuais com essas colisões chegam a 65 milhões de dólares (CENIPA 2017).

Trabalhos realizados nos aeroportos brasileiros avaliando o risco aviário ainda são escassos, alguns estudos como referências no tema são: Moraes (2016), aplicação da gestão ambiental como medida de mitigação do risco aviário em Manaus-AM; Novaes (2007), estudo sobre a presença de urubus-pretos (*Coragyps atratus*) e sua relação com a segurança do aeroporto em Ilhéus-BA; Cardoso et al. (2013), estudo sobre o risco de colisões no Aeroporto Internacional de Parnaíba-PI, antes da regularização dos voos. Conforme Serrano et al. (2005), entre 1995 e 2001 o Centro de Monitoramento de Aves (CEMAVE), realizou um levantamento da avifauna em 13 aeroportos do Brasil, por meio de censos terrestres e aéreos; por fim, Mendonça et al. (2020) analisaram a ocorrência de animais selvagens nos 32 aeroportos comerciais mais movimentados do Brasil entre 2011 e 2018, o estudo constatou o aumento de 70% de incidentes entre fauna e aeronaves nesse período, envolvendo principalmente aves. Nos Estados Unidos, Washburn et al. (2015) realizaram um estudo entre colisões de aeronaves com espécies de águias, e concluíram que a expansão da população de águias irá causar mais incidentes, sendo poucas as técnicas de mitigação disponíveis. Para Guedes (2011) o estudo da avifauna em aeroportos possibilita conhecer as espécies que habitam a região, permitindo estudar quais delas apresentam maior probabilidade de causar acidentes, possibilitando a realização de medidas mitigadoras. Segundo a INFRAERO (2006), os planos de manejo representam uma eficiente ferramenta para a gestão do risco aviário, estabelecendo intervenções essenciais para o controle das espécies em todo o sítio aeroportuário.

Grande parte das colisões envolvendo aves acontece nos aeroportos, pois estes dispõem de abundância de recursos alimentares e locais para nidificação, tanto próximos às pistas de pouso, quanto em áreas de vegetação próximas (Dolbeer 2009; Bruno e Barreto 2017). Também muitas vezes as rotas de linhas aéreas estão situadas nas rotas de voo utilizadas rotineiramente pelos bandos de aves (Morais 2012). Nas áreas externas e próximas aos aeroportos, a preocupação está no desenvolvimento de atividades antrópicas relacionadas ao tratamento dos resíduos sólidos ou que podem gerar acúmulo de resíduos orgânicos, que servem de fonte de alimento para as aves (ANAC 2011; Oliveira 2014). Grande parte dos aeroportos adota medidas preventivas para afastar as espécies de aves, como falcoaria, alteração de habitat favorável, abate, e atualmente estão sendo utilizadas ferramentas de sensoriamento remoto e mapeamento (Novoselova et al. 2020).

O número de acidentes reportados não representa o total de ocorrências. Para cada cinco colisões, apenas uma é reportada, geralmente as que provocam um prejuízo significativo (Novaes e Alvarez 2010). O gerenciamento do risco aviário depende das informações obtidas em censos de fauna e acidentes, em número suficiente para viabilizar a identificação das ameaças para cada aeroporto; com os dados reportados, o CENIPA divulga um panorama do risco aviário no país. No último relatório divulgado, em 2016 (referente a 2015) foram mais de 1.800 reportes de colisão em todo o Brasil, sendo que as aves representaram 97% desse total (CENIPA 2016).

O Comando da Aeronáutica, na Portaria nº 249, de 2011 (que dispõe sobre o Plano Básico de Gerenciamento do Risco Aviário - PBGRA) estabeleceu o conceito de “Área de Gerenciamento do

Risco Aviário” (AGRA), que corresponde a uma área circular de 20 km de raio, com centro no ponto médio da pista do aeroporto. Esta possui um setor interno, chamado núcleo, com raio de 9 km, e um setor externo, entre o núcleo e o seu limite. A Lei 12.725/12 estabelece o Plano de Manejo da Fauna em Aeródromos, onde constam intervenções no meio ambiente ou nas populações de espécies para reduzir o risco. Em 1995, o CONAMA, publicou a Resolução nº 04, que estabelece Áreas de Segurança Aeroportuária - ASA e a Lei Federal nº 12.725/12, institui e definiu a ASA como: “área circular do território de um ou mais municípios, a partir do centro geométrico da maior pista do aeródromo, com 20 km de raio, cujo uso e ocupação estão sujeitos a restrições em função da natureza atrativa de fauna”.

O risco de acidentes envolvendo a avifauna pode variar de um aeroporto para outro, mesmo que suas comunidades de aves sejam semelhantes. Para a redução do risco é preciso identificar quais fatores atraem suas populações; a proliferação de áreas degradadas e a deficiência de saneamento básico são apontadas como fatores atrativos para a permanência de aves em aeroportos (Godin 1994; CENIPA 2017). Somado a isso ainda se tem o aumento no número de voos e aeroportos localizados em áreas com crescimento desordenado, contribuindo para o aumento desse problema recorrente (Oliveira e Pontes 2012). Dentre alguns fatores que contribuem para a permanência de grupos da avifauna perto dos aeroportos estão: áreas de vegetação ou alagadiças, poleiros, estação de tratamento de efluentes e resíduos sólidos (ANAC 2016). Com relação às áreas externas e próximas aos sítios aeroportuários, o maior problema é o desenvolvimento de atividades que lidam com a destinação de resíduos sólidos e orgânicos, com lixões a céu aberto, aterros sanitários, usinas de compostagem e valos sanitários (Mendonça 2009; Linhares e Souza 2011).

As espécies de aves apresentam diferentes níveis de ameaça para a aviação, por causa de seu nicho ecológico, dessa forma a gestão do risco aviário deve dar prioridade as espécies com maior relevância para a segurança aeroportuária (Villareal 2008). Diante desse cenário, foi realizada a análise do risco aviário para o aeroporto Senador Petrônio Portella, em Teresina-PI, com o objetivo de identificar quais espécies de aves apresentam um maior risco de colisão com aeronaves.

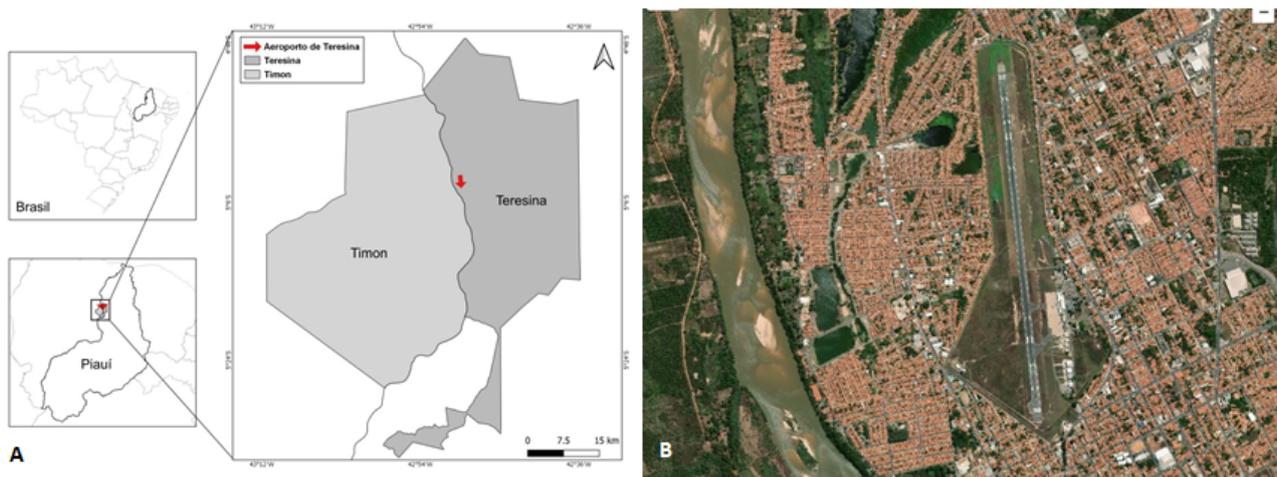
Material e métodos

Área de estudo

O Aeroporto Senador Petrônio Portella localiza-se na cidade de Teresina, PI (Latitude - 5°03'38" S | Longitude - 42°49'28" W; Figura 1). Inaugurado em 1967, ocupa uma área física de 1.28 milhões de m². Está inserido na zona urbana da cidade, próximo às áreas de atividades comerciais e residências, com grande concentração populacional no seu entorno. A INFRAERO passou a administrar o aeroporto em 1975, sendo que em 1978 houve uma ampliação da pista de pouso e decolagem, culminando em 2021 na concessão do aeroporto Senador Petrônio Portella para a iniciativa privada. É destinado ao tráfego regular e não regular de cargas, além de aviação, operando em regime de 24 horas em voos regionais e nacionais. Apresenta uma média diária de 3.360 passageiros, 50 voos e aproximadamente 9 mil kg de carga aérea (INFRAERO 2019). A dimensão atual da pista é de 2.200m x 45m, e o pátio das aeronaves apresenta uma área de 17.780 m². O aeroporto Senador Petrônio Portella está localizado entre os rios Parnaíba e Poti, próximo de várias lagoas, dentre as quais estão a Lagoa das Cacimbas e a Lagoa do Jacaré, sendo algumas delas situadas no limite da área aeroportuária; e de áreas ambientais, como o Parque da Cidade e às Praças do Gari e Santos Dummont.

Teresina apresenta uma população estimada de 868 mil habitantes (IBGE 2021), da qual 87% vivem na área urbana. Apresenta uma área territorial de 1.391 km², e altitude de 72 metros em relação ao nível do mar. É banhada por dois rios: Parnaíba e Poti. Apresenta clima tropical subúmido quente (Aw, de acordo com a classificação de Köppen), com duas estações bem definidas: chuvosa, de dezembro a maio, e seca, de junho a novembro. A temperatura média anual é em torno dos 27°C, com mínimas de 21°C e máxima de 40°C; o índice pluviométrico anual é de 1.300 mm (Silva et al. 2015). A vegetação de Teresina é caracterizada pelo cerrado, floresta estacional semidecidual e a Mata de Cocais, já que o município se localiza em uma área de transição, entre a Amazônia e o Semiárido, denominada Meio Norte (Lima 2002).

Figura 1. A) Localização do município de Teresina-PI e do aeroporto Senador Petrônio Portella (indicado na seta vermelha); B) Vista aérea do Aeroporto Senador Petrônio Portella, ao lado esquerdo está o Rio Parnaíba (Fonte: Earth Explorer).



Coleta de dados

Devido à pandemia da COVID-19 houve uma redução dos voos regulares no aeroporto Senador Petrônio Portella. Neste sentido, é importante destacar que a coleta de dados em campo começou em outubro de 2020, somente após autorização da INFRAERO, mediante o preenchimento de formulário e envio do projeto, e se estendeu até outubro de 2021. Foram observados os procedimentos de pouso, decolagem e aproximação de aeronaves no aeroporto Senador Petrônio Portella, para registros de quais espécies de aves estão circulando na Área de Gerenciamento de Risco Aviário (AGRA), e quais destas oferecem um maior risco de acidente.

Para a amostragem da avifauna, utilizou-se o método de pontos fixos (Bibby et al. 1992), estabelecendo 24 pontos em torno da pista do aeroporto (12 pontos em cada lado da pista), com 200 metros de distância entre eles, para garantir uma independência estatística entre as detecções (Figura 2). As observações foram realizadas no mínimo duas vezes por semana, durante o período da manhã (05h30min às 07h30min) e da tarde (16h às 18h), a fim de se obter também registros de espécies de aves noturnas, além de acompanhar a interação das aves com esses horários regulares de voos. Cada lado da pista foi amostrado em dias alternados, ou seja, em cada dia de campo foram amostrados 12 pontos referentes a um dos lados de sua extensão. Em cada ponto observou-se por 8 minutos, até se deslocar para o próximo ponto. Todas as aves avistadas e/ou ouvidas, dentro de um raio de 100 m,

foram registradas/identificadas e contabilizadas, com o auxílio de binóculos 10x42, máquina fotográfica e guia de campo (Sigrist 2009).

Figura 2. Distribuição dos pontos de amostragem ao longo da pista do aeroporto Senador Petrônio Portella, Teresina-PI. Fonte: Google Earth. Legenda: P1 – 0 metros, P2 – 200m, P3 – 400m, P4 – 600m, P5 – 800m, P6 – 1000m, P7 – 1200m, P8 – 1400m, P9 – 1600m, P10 – 1800m, P11 – 2000m, P12 – 2200m.



A classificação taxonômica das aves seguiu a lista atualizada do Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (Pacheco et al. 2021). Para a determinação da categoria trófica das aves, utilizou-se Sick (1997) e Motta Júnior (1990). Foram utilizadas as seguintes categorias tróficas: insetívoros (INS) – espécies com dieta composta por insetos, onívoros (ONI) – apresentam dieta variada, frugívoros (FRU) – dieta composta basicamente por frutos, granívoros (GRA) – dieta composta por sementes de plantas ou grãos, piscívoros (PIS) – dieta composta por peixes, carnívoros (CAR) – dieta composta por outros animais, detritívoros (DET) – dieta composta por restos orgânicos ou carcaças, e nectarívoros (NEC) – dieta composta por néctar. Cada dia de observação em campo foi considerado como uma unidade amostral.

Para determinar quais espécies de aves representam potencial risco para a aviação, utilizou-se o método adotado por Luigi et al. (2010), que permite ranquear as espécies potencialmente prejudiciais, através de escores. Para a atribuição de um escore para cada espécie, foram avaliados os seguintes parâmetros: 1) aves de rapina; 2) biomassa superior a 250 gramas; 3) comportamento gregário; 4) espécies com mais de três registro/ano em colisões; 5) espécies com média de três indivíduos presentes em três das quatro estações do ano; 6) espécies que ocupam áreas abertas; e 7) espécies que reproduzem no aeroporto. Nesse método, cada espécie recebe uma pontuação que varia de 0 a 7, de acordo com esses sete parâmetros, cada um destes equivale a 1 ponto, quanto mais elevado for o escore de uma espécie maior é a probabilidade de esta ocasionar um acidente, sendo assim mais perigosa para a aviação. Outra classificação utilizada foi a descrita em Rodrigues et al. (2005), que determina a frequência de ocorrência das espécies na área de estudo, onde estas são agrupadas nas classes: a) Abundante - espécie com registro superior a 75% nas amostras; b) Comum – espécie presente entre

50 e 74% das amostras; c) Escassa – espécie registrada entre 25 e 49% das amostras; d) Rara – espécie presente em menos de 24% das amostras; e) Ocasional – indivíduo visualizado apenas uma única vez. Cada amostra foi considerada como um dia de observação em campo. Pessoa Neto et al. (2006) diz que os aeroportos mesmo que apresentem comunidade de aves similares, podem apresentar resultados distintos em relação ao risco aviário, devido às diferenças nas respostas para espécies diferentes nas mesmas condições ambientais.

Análise de dados

A frequência de ocorrência (FO) foi obtida através da seguinte fórmula: $FO = N(E) / N(T)$, onde $N(E)$ corresponde ao número de amostras (dias de campo) em que cada espécie foi registrada, e $N(T)$ corresponde ao número total de amostras durante toda a pesquisa. Os registros observados foram identificados, fotografados e os dados inseridos em planilhas para análise e elaboração de tabelas e gráficos. Dentre as análises estatísticas utilizadas estão a curva de acumulação das espécies e a Análise de Componentes Principais (PCA), esta última para relacionar as categorias tróficas das espécies de aves registradas com os pontos de observação (Hair et al. 2005). Como foi realizada uma amostragem em linha, ao longo de toda a pista, houve algumas contagens em duplicatas, ou seja, um mesmo indivíduo pode ter sido contado mais de uma vez para diferentes pontos, dessa forma não iremos abordar número de indivíduos avistados, mas sim de registros ou detecções.

Resultados e discussão

Em 84 dias de observação (168 horas de esforço amostral), foram registradas 38.687 detecções, classificadas em 34 famílias e 70 espécies diferentes de aves na área do Aeroporto Senador Petrônio Portella, Teresina-PI, conforme a Tabela 1, que apresenta o número total de registros para cada espécie durante todo o período de coleta de dados, a porcentagem para cada espécie em relação ao número total registros, a frequência de ocorrência (FO) em porcentagem e a categoria para a quantidade de dias que a espécie foi registrada, o status da espécie no Brasil e a categoria trófica:

Tabela 1. Espécies de aves registradas na área do aeroporto de Teresina.

TAXON	NOME POPULAR	STATUS	Nº REGISTROS	FO (%)	CATEGORIA TRÓFICA
ANATIDAE Leach, 1820					
<i>Dendrocygna viduata</i> (Linnaeus, 1766)	irerê	BR	158 (0,40%)	7,14 (R)	ONI
COLUMBIDAE Leach, 1820					
<i>Columba livia</i> Gmelin, 1789	pombo-doméstico	BR, In	6.533 (16,8%)	98,8 (A)	GRA
<i>Columbina talpacoti</i> (Temminck, 1810)	rolinha-roxa	BR	822 (2,12%)	57,1 (C)	GRA
<i>Columbina squammata</i> (Lesson, 1831)	rolinha-fogo-apagou	BR	1.543 (3,98%)	84,5 (A)	GRA
CUCULIDAE Leach, 1820					
<i>Guira guira</i> (Gmelin, 1788)	anu-branco	BR	652 (1,681%)	64,2 (C)	ONI

TAXON	NOME POPULAR	STATUS	Nº REGISTROS	FO (%)	CATEGORIA TRÓFICA
<i>Crotophaga ani</i> Linnaeus, 1758	anu-preto	BR	1.852 (4,78%)	94 (A)	ONI
CAPRIMULGIDAE Vigors, 1825					
<i>Nyctidromus albicollis</i> (Gmelin, 1789)	bacurau	BR	2 (0,005%)	1,19 (O)	INS
<i>Podager nacunda</i> (Vieillot, 1817)	corucão	BR	2 (0,005%)	2,38 (R)	INS
APODIDAE Olphe-Galliard, 1887					
<i>Tachornis squamata</i> (Cassin, 1853)	andorinhão-do-buriti	BR	2.778 (7,18%)	78,5 (A)	INS
TROCHILIDAE Vigors, 1825					
<i>Polytmus guainumbi</i> (Pallas, 1764)	beija-flor-de-bico-curvo	BR	3 (0,007%)	3,57 (R)	NEC
RALLIDAE Rafinesque, 1815					
<i>Porphyrio martinica</i> (Linnaeus, 1766)	frango-d'água-azul	BR	2 (0,005%)	2,38 (R)	ONI
<i>Gallinula galeata</i> (Lichtenstein, 1818)	galinha-d'água	BR	8 (0,02%)	7,14 (R)	ONI
CHARADRIIDAE Leach, 1820					
<i>Vanellus chilensis</i> (Molina, 1782)	quero-quero	BR	229 (0,59%)	36,9 (R)	ONI
JACANIDAE Chenu & Des Murs, 1854					
<i>Jacana jacana</i> (Linnaeus, 1766)	jaçanã	BR	2 (0,005%)	1,19 (O)	ONI
LARIDAE Rafinesque, 1815					
<i>Rynchops niger</i> Linnaeus, 1758	talha-mar	BR	2 (0,005)	2,38 (R)	PIS
PHALACROCORACIDAE Reichenbach, 1849					
<i>Nannopterum brasilianum</i> (Gmelin, 1789)	biguá	BR	99 (0,25%)	5,95 (R)	PIS
ARDEIDAE Leach, 1820					
<i>Tigrisoma lineatum</i> (Boddaert, 1783)	socó-boi	BR	7 (0,01%)	5,95 (R)	ONI
<i>Butorides striata</i> (Linnaeus, 1758)	socozinho	BR	103 (0,26%)	15,4 (R)	ONI
<i>Ardea alba</i> Linnaeus, 1758	garça-branca	BR	225 (0,58%)	48,8 (E)	ONI
CATHARTIDAE Lafresnaye, 1839					
<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1793)	urubu-preto	BR	2.858 (7,384%)	86,9 (A)	DET
<i>Cathartes aura</i> (Linnaeus, 1758)	urubu-de-cabeça-vermelha	R, VA	110 (0,28%)	40,4 (E)	DET
<i>Cathartes burrovianus</i> Cassin, 1845	urubu-de-cabeça-amarela	BR	201 (0,51%)	36,9 (E)	DET
PANDIONIDAE Bonaparte, 1854					
<i>Pandion haliaetus</i> (Linnaeus, 1758)	águia-pescadora	VI	4 (0,01%)	4,76 (R)	CAR
ACCIPITRIDAE Vigors, 1824					
<i>Geranospiza caerulescens</i> (Vieillot, 1817)	gavião-pernilongo	BR	16 (0,04%)	9,52 (R)	CAR

TAXON	NOME POPULAR	STATUS	Nº REGISTROS	FO (%)	CATEGORIA TRÓFICA
<i>Heterospizias meridionalis</i> (Latham, 1790)	gavião-caboclo	BR	263 (0,67%)	83,3 (A)	CAR
<i>Urubitinga urubitinga</i> (Gmelin, 1788)	gavião-preto	BR	79 (0,20%)	28,5 (E)	CAR
<i>Rupornis magnirostris</i> (Gmelin, 1788)	gavião-carijó	BR	142 (0,36%)	64,2 (C)	CAR
<i>Geranoaetus albicaudatus</i> (Vieillot, 1816)	gavião-de-rabo-branco	BR	7 (0,01%)	5,95 (R)	CAR
<i>Buteo brachyurus</i> Vieillot, 1816	gavião-de-cauda-curta	BR	10 (0,02%)	9,52 (R)	CAR
<i>Buteo albonotatus</i> Kaup, 1847	gavião-urubu	BR	12 (0,03%)	3,57 (R)	CAR
TYTONIDAE Mathews, 1912					
<i>Tyto furcata</i> (Temminck, 1827)	suindara	BR	6 (0,01%)	4,76 (R)	CAR
ALCEDINIDAE Rafinesque, 1815					
<i>Megaceryle torquata</i> (Linnaeus, 1766)	martim-pescador-grande	BR	11 (0,02%)	10,7 (R)	PIS
FALCONIDAE Leach, 1820					
<i>Caracara plancus</i> (Miller, 1777)	carcará	BR	80 (0,20%)	42,8 (E)	CAR
<i>Milvago chimachima</i> (Vieillot, 1816)	carrapateiro	BR	150 (0,38%)	54,7 (C)	CAR
<i>Falco femoralis</i> Temminck, 1822	falcão-de-coleira	BR	114 (0,29%)	48,8 (E)	CAR
<i>Falco peregrinus</i> Tunstall, 1771	falcão-peregrino	VI	57 (0,14%)	34,5 (E)	CAR
PSITTACIDAE Rafinesque, 1815					
<i>Brotogeris chiriri</i> (Vieillot, 1818)	periquito-de-encontro-amarelo	BR	135 (0,34%)	25 (E)	FRU
<i>Eupsittula aurea</i> (Gmelin, 1788)	periquito-rei	BR	516 (1,33%)	53,5 (C)	FRU
<i>Eupsittula cactorum</i> (Kuhl, 1820)	periquito-da-caatinga	BR, En	17 (0,04%)	7,14 (R)	FRU
<i>Psittacara leucophthalmus</i> (Stadius Muller, 1776)	periquitão	BR	28 (0,07%)	3,57 (R)	FRU
THAMNOPHILIDAE Swainson, 1824					
<i>Thamnophilus doliatus</i> (Linnaeus, 1764)	choca-barrada	BR	3 (0,007%)	3,57 (R)	INS
FURNARIIDAE Gray, 1840					
<i>Furnarius leucopus</i> Swainson, 1838	casaca-de-couro-amarelo	BR	13 (0,03%)	9,52 (R)	INS
<i>Certhiaxis cinnamomeus</i> (Gmelin, 1788)	curutié	BR	2 (0,005%)	2,38 (R)	INS
RHYNCHOCYCLIDAE Berlepsch, 1907					
<i>Todirostrum cinereum</i> (Linnaeus, 1766)	ferreirinho-relógio	BR	46 (0,11%)	17,8 (R)	INS
TYRANNIDAE Vigors, 1825					

TAXON	NOME POPULAR	STATUS	Nº REGISTROS	FO (%)	CATEGORIA TRÓFICA
<i>Camptostoma obsoletum</i> (Temminck, 1824)	risadinha	BR	3 (0,007%)	3,57 (R)	INS
<i>Myiarchus ferox</i> (Gmelin, 1789)	maria-cavaleira	BR	7 (0,01%)	3,57 (R)	INS
<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	bem-te-vi	BR	1.219 (3,15%)	100 (A)	ONI
<i>Machetornis rixosa</i> (Vieillot, 1819)	suiriri-cavaleiro	BR	57 (0,14%)	21,4 (R)	INS
<i>Megarynchus pitangua</i> (Linnaeus, 1766)	neinei	BR	7 (0,01%)	7,14 (R)	ONI
<i>Myiozetetes similis</i> (Spix, 1825)	bentevizinho-de-penacho-vermelho	BR	29 (0,07%)	13 (R)	INS
<i>Arundinicola leucocephala</i> (Linnaeus, 1764)	freirinha	BR	2 (0,005%)	2,38 (R)	INS
<i>Cnemotriccus fuscatus</i> (Wied, 1831)	guaracavuçu	BR	7 (0,01%)	3,57 (R)	ONI
HIRUNDINIDAE Rafinesque, 1815					
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i> (Vieillot, 1817)	andorinha-serradora	BR	20 (0,05%)	3,57 (R)	INS
<i>Progne tapera</i> (Vieillot, 1817)	andorinha-do-campo	BR	167 (0,43%)	16,6 (R)	INS
<i>Progne chalybea</i> (Gmelin, 1789)	andorinha-grande	BR	2.366 (6,11%)	71,4 (C)	INS
<i>Tachycineta albiventer</i> (Boddaert, 1783)	andorinha-do-rio	BR	191 (0,49%)	17,8 (R)	INS
TROGLODYTIDAE Swainson, 1831					
<i>Troglodytes musculus</i> Naumann, 1823	corruíra	BR	122 (0,31%)	45,2 (E)	INS
POLIOPTILIDAE Baird, 1858					
<i>Polioptila plumbea</i> (Gmelin, 1788)	balança-rabo-de-chapéu-preto	BR	3 (0,007%)	2,38 (R)	INS
MIMIDAE Bonaparte, 1853					
<i>Mimus saturninus</i> (Lichtenstein, 1823)	sabiá-do-campo	BR	8 (0,002%)	3,57 (R)	ONI
ESTRILDIDAE Bonaparte, 1850					
<i>Estrilda astrild</i> (Linnaeus, 1758)	bico-de-lacre	BR, In	7.050 (18,2%)	92,8 (A)	GRA
PASSERIDAE Rafinesque, 1815					
<i>Passer domesticus</i> (Linnaeus, 1758)	pardal	BR, In	469 (1,21%)	60,7 (C)	ONI
MOTACILLIDAE Horsfield, 1821					
<i>Anthus chii</i> Vieillot, 1818	caminheiro-zumbidor	BR	279 (0,72%)	61,9 (C)	INS
FRINGILLIDAE Leach, 1820					
<i>Euphonia chlorotica</i> (Linnaeus, 1766)	fim-fim	BR	2 (0,005%)	2,38 (R)	FRU

TAXON	NOME POPULAR	STATUS	Nº REGISTROS	FO (%)	CATEGORIA TRÓFICA
PASSERELLIDAE Cabanis & Heine, 1850					
<i>Ammodramus humeralis</i> (Bosc, 1792)	tico-tico-do-campo	BR	181 (0,46%)	59,5 (C)	GRA
ICTERIDAE Vigors, 1825					
<i>Leistes superciliaris</i> (Bonaparte, 1850)	polícia-inglesa-do-sul	BR	5.404 (14,2%)	98,8 (A)	ONI
<i>Psarocolius decumanus</i> (Pallas, 1769)	japu	BR	1 (0,002%)	1,19 (O)	ONI
THRAUPIDAE Cabanis, 1847					
<i>Coereba flaveola</i> (Linnaeus, 1758)	cambacica	BR	81 (0,20%)	32,1 (E)	NEC
<i>Volatinia jacarina</i> (Linnaeus, 1766)	tiziu	BR	902 (2,33%)	63 (C)	GRA
<i>Sicalis flaveola</i> (Linnaeus, 1766)	canário-da-terra	BR	101 (0,26%)	22,6 (R)	GRA
<i>Thraupis palmarum</i> (Wied, 1821)	sanhaço-do-coqueiro	BR	7 (0,01%)	2,38 (R)	ONI

Legenda: Status - BR (residente ou migrante reprodutivo); VI (visitante sazonal não reprodutivo); VA (vagante); En (endêmica); In (exótica ou invasora). Categoria Trófica - ONI (onívoro); CAR (carnívoro); FRU (frugívoro); INS (insetívoro); NEC (nectarívoro); PIS (piscívoro); GRA (granívoro); DET (detritívoro). Frequência de Ocorrência (FO) – A (abundante); C (comum); E (escassa); R (rara); O (ocasional).

As espécies com maior número de registros foram respectivamente: bico-de-lacre (*Estrilda astrild*), pombo-doméstico (*Columba livia*), polícia-inglesa-do-sul (*Leistes superciliaris*), urubu-preto (*Coragyps atratus*) e andorinhão-do-buriti (*Tachornis squamata*), responsáveis por 64% do total de registros (nº = 24.723) observados no aeroporto Senador Petrônio Portella. Dessas, urubu-preto (*C. atratus*) e pombo-doméstico (*C. livia*), são normalmente registradas na área de estudo em bandos numerosos e realizando interações com as aeronaves, durante momentos de voos, pousos e decolagem. Isso responde o motivo dos registros de colisão com essas espécies, durante as observações em campo (Figura 7). Somando as dez espécies com maiores números de registros, além das cinco já citadas, estão: andorinha-grande (*Progne chalybea*), anu-preto (*Crotophaga ani*), rolinha-fogo-apagou (*Columbina squammata*), bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*) e tiziu (*Volatinia jacarina*). Estas dez espécies juntas representaram 84% de todas as detecções (nº = 32.605). Enquanto outras 56 espécies, com todos os registros somados, resultaram em menos de 10% do total.

O trabalho apresentou uma média de 19 espécies de aves registradas em cada dia de observação (Figura 3). Apenas uma espécie foi observada em todos os dias de pesquisa em campo, bem-te-vi (*P. sulphuratus*), espécie bem adaptada em áreas urbanizadas (Sigrist 2009). De acordo com a metodologia adotada (Rodrigues et al. 2005), foram classificadas 10 espécies como sendo abundantes na área de estudo (14,2% do total de espécies registradas); 10 espécies comuns (14,2%); 11 espécies de frequência escassa (15,7%); 37 espécies raras (52,8%); e três espécies ocasionais (4,2%), observadas somente em um único dia de amostragem, foram elas: jaçanã (*Jacana jacana*), bacurau (*Nyctidromus albicollis*) e japu (*Psarocolius decumanus*).

Figura 3. Algumas espécies de aves registradas no Aeroporto Senador Petrônio Portella, Teresina-PI.



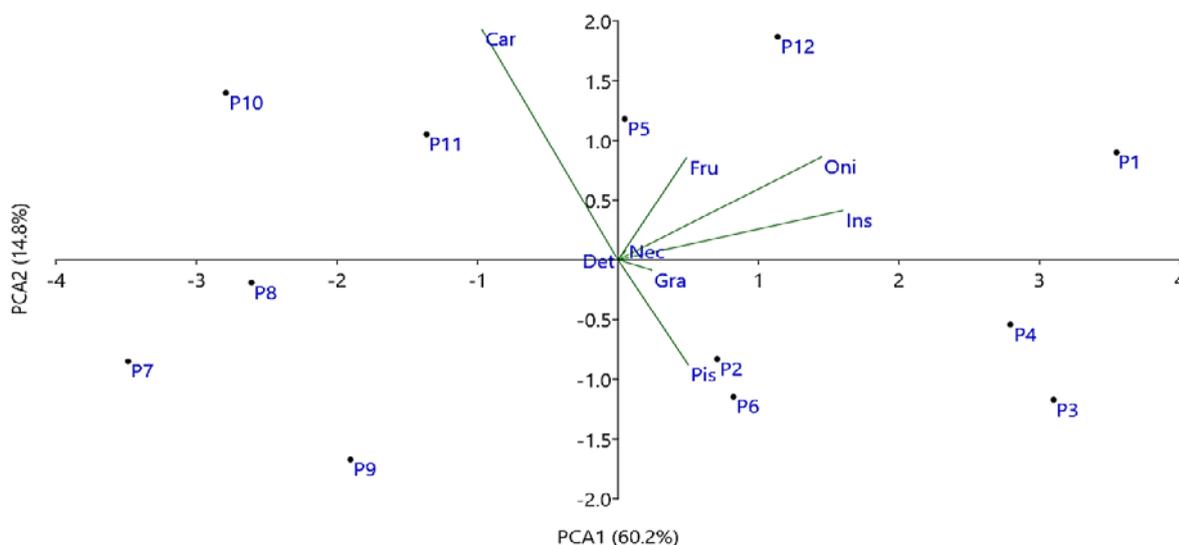
Legenda: A - gavião-caboclo (*H. meridionalis*); B - gavião-carijó (*R. magnirostris*); C - garça-branca (*A. alba*); D - urubu-de-cabeça-vermelha (*C. aura*); E - gavião-urubu (*B. albonatus*); F - quero-quero (*V. chilensis*); G - anu-preto (*C. ani*); H - anu-branco (*G. guira*); I - carcará (*C. plancus*); J - carrapateiro (*M. chimachima*); K - bem-te-vi (*P. sulphuratus*); L - suiriri-cavaleiro (*M. rixosa*); M - tico-tico-do-campo (*A. humeralis*); N - bico-de-lacre (*E. astrild*); O - polícia-inglesa-do-sul (*L. superciliaris*); P – falcão-de-coleira (*F. femoralis*). Fotos: Ethynna Santos.

Entre os falcões, o carrapateiro (*Milvago chimachima*) e o carcará (*Caracara plancus*), apesar de não estarem entre as dez espécies com maior número de registros, também costumam pousar e atravessar a pista de pouso e decolagem, em busca de carcaças das colisões. Esse comportamento é comum para o carcará, que possui o hábito de se alimentar de animais mortos; já para o carrapateiro, pode ocorrer eventualmente, quando não há muitas opções de recursos alimentares. Essas duas espécies são bem adaptadas em áreas antropizadas (Bitencourt 2016). Há ainda os falcões-de-coleira (*Falco femolaris*) que caçam rente à faixa de pista do aeroporto e pousam nas torres meteorológicas onde predam rolinhas-roxa (*Columbina talpacoti*) e rolinhas fogo-apagou (*Columbina squammata*). Quanto aos gaviões, o gavião-caboclo (*Heterospizias meridionalis*) costuma espreitar insetos, lagartos, cobras e roedores afugentados pela atividade de aparação da grama no aeroporto. O gavião-carijó (*Rupornis magnirostris*), por sua vez, pousa na vegetação arbórea, nos cupinzeiros e sobrevoa as valas de drenagem onde apanha caramujos e filhotes de cágados, além de caçar também insetos, pequenas cobras, pardais e morcegos (Sick 1997).

Na Análise de Componentes Principais (PCA), as espécies foram relacionadas de acordo com as categorias tróficas e a distribuição dos 12 pontos fixos de observação. Houve uma grande predominância do Eixo 1 em relação ao Eixo 2 (60% e 14% respectivamente; Figura 4), indicando que a distribuição das espécies separadas por guildas não ocorre de maneira uniforme pela área de estudo. O grupo dos piscívoros apresentou elevada correlação com o ponto de observação 2, onde estão localizadas duas lagoas na parte limítrofe do aeroporto nessa faixa, onde foi registrada a ocorrência de biguás (*Nannopterum brasilianum*). Houve uma maior variedade de espécies carnívoras nos pontos centrais e finais da pista de pouso e decolagem, em relação aos pontos iniciais, gerando uma elevada correlação positiva para o eixo 2. Essa parte da pista apresenta equipamentos da infraestrutura aeroportuária que servem de poleiros para os gaviões, como torres e faróis de sinalização, além de ser próxima da área gramada, que apresenta fartura de recursos alimentares depois da realização de roçagem.

As espécies detritívoras e granívoras apresentaram correlação próxima a zero nos dois eixos, indicando que a distribuição de espécies para essas categorias ocorre uniformemente em todos os pontos. Os indivíduos de urubu-preto (*C. atratus*) costumam, em bandos, sobrevoar grandes extensões de áreas em busca de alimento, podendo passar 60% do tempo voando realizando atividade de forrageio (DeVault et al. 2005). Para a guilda dos nectarívoros, que também não apresentaram correlação significativa, se dá pela baixa quantidade de espécies e registros durante a pesquisa. As espécies frugívoras, insetívoras e onívoras apresentaram correlação positiva para os dois eixos, com destaque para as duas últimas guildas, que apresentaram uma maior riqueza de espécies nos primeiros pontos de observação (P1 a P6), em relação aos pontos localizados na parte final da pista.

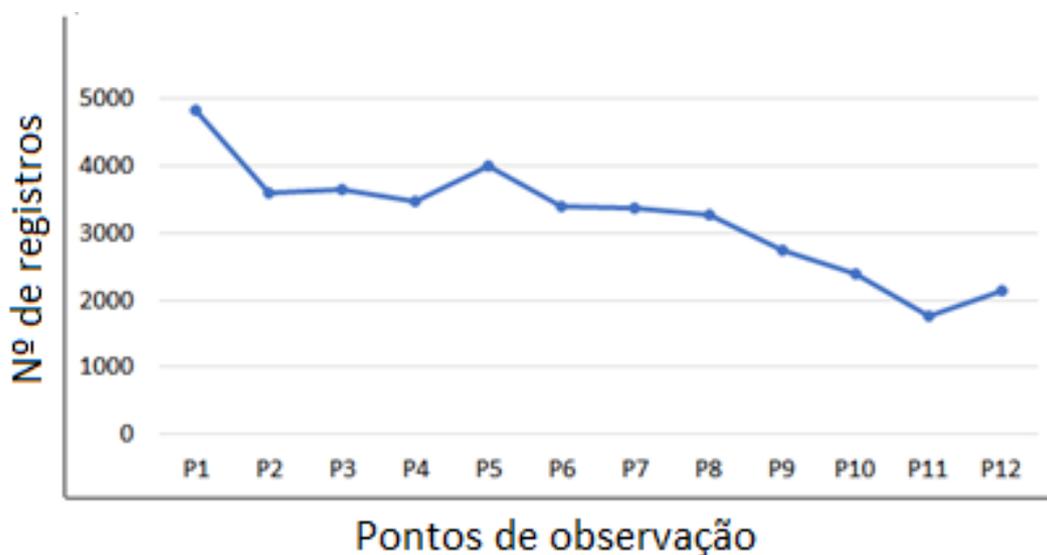
Figura 4. Análise de PCA; relação entre os pontos de observação ao longo da pista e as categorias tróficas das espécies de aves.



Considerando que a dimensão da pista no aeroporto de Teresina é de 2.200 metros, e que entre os pontos havia uma distância de 200m, nos cinco primeiros pontos de observação (P1 a P5), correspondentes aos 1.000 metros iniciais da pista, foram detectados mais de 50% de todos os registros, somando todas as espécies ($n^{\circ} = 19.594$); já os pontos de P9 a P12, correspondentes aos 800 metros

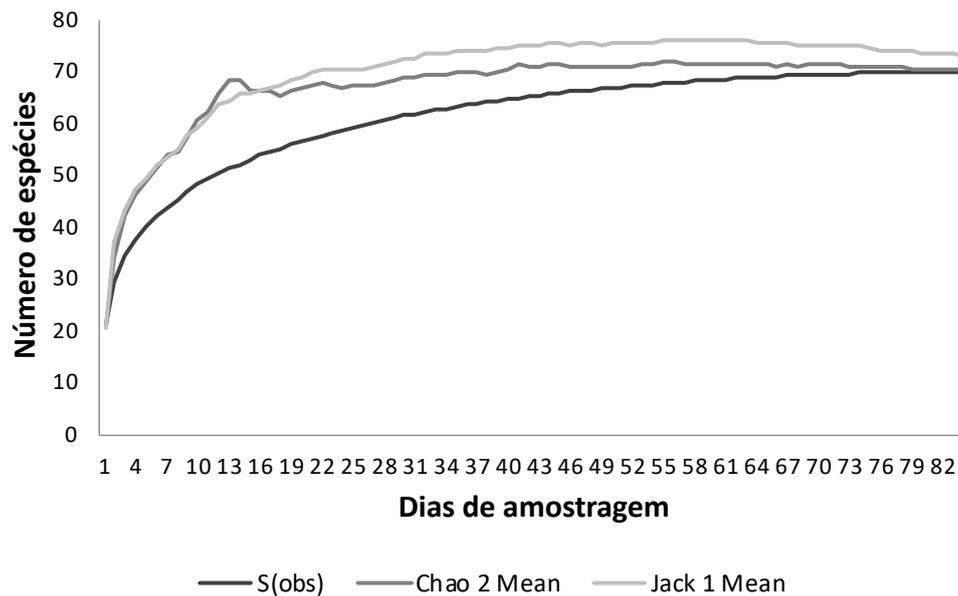
finais da pista, só foram observados 23% da totalidade dos registros ($n^{\circ} = 9.053$), mostrando uma maior concentração de aves na primeira parte da pista, devido principalmente à heterogeneidade ambiental, com diferentes tipos de microhabitats nessa faixa, como corpos d'água (lagoas e canaletas, permitindo a ocorrência de espécies aquáticas), áreas abertas de gramíneas, árvores frutíferas e locais de descarte de lixo orgânico no entorno do limite do aeroporto (Figura 5). Houve dias de observação em que não foi registrado nenhuma detecção nos dois últimos pontos. A grande diversidade de aves no Brasil dificulta a adoção de medidas padronizadas de manejo para controlar todas as espécies de aves que apresentam maiores riscos de colisões com aeronaves, devido estas apresentarem diferentes formas de adaptações para as mais variadas alterações no meio ambiente (Nascimento et al. 2005).

Figura 5. Número total de registros das espécies de aves em relação aos pontos de observação na pista do aeroporto.



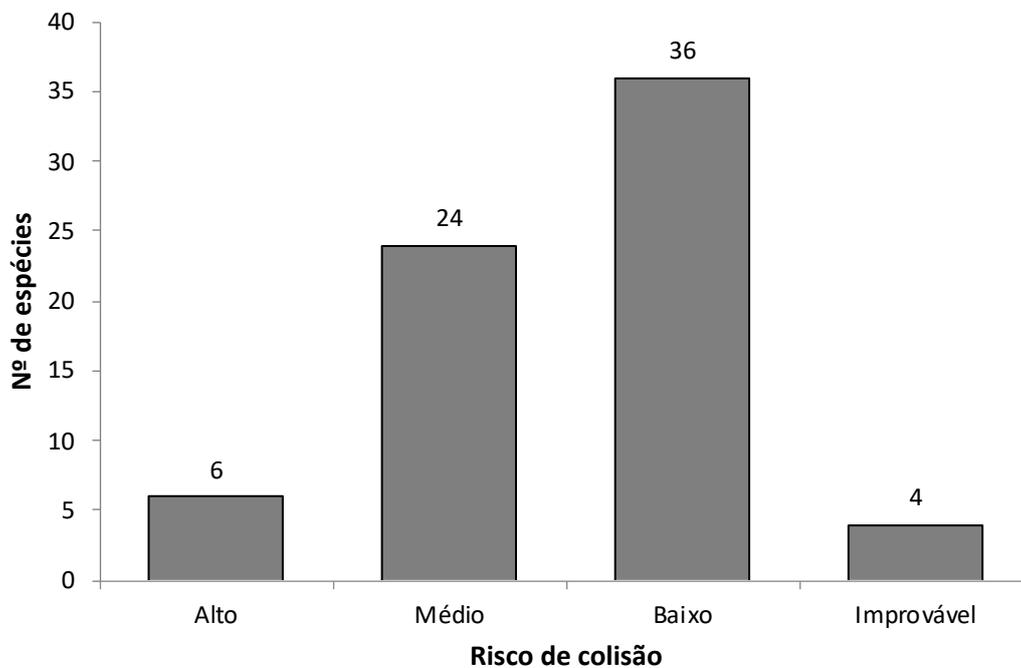
A curva de acumulação de espécies, indicou que a avifauna presente no aeroporto de Teresina, durante um ano de observação, foi satisfatoriamente amostrada (Figura 6). Houve uma redução na taxa de novas espécies registradas a partir da amostra 20, quando já haviam sido registradas cerca de 60 espécies. O aumento no número de registros deve-se principalmente ao início do período chuvoso nas primeiras amostras, onde observou-se maior riqueza de espécies em relação ao período seco. A partir da amostra 40, o número de novas espécies registradas permanece constante, até atingir a faixa de 70 espécies observadas no final das campanhas de campo. A maior oferta de alimentos (frutos e insetos) favorece condições para a reprodução das aves e maior atividade de forrageamento, explicando a maior riqueza de espécies no período úmido (dezembro a maio), somada com a formação de lagoas temporárias na região durante a estação chuvosa, atraindo várias espécies de aves (Owino et al. 2004).

Figura 6. Curva de acumulação das espécies de aves em relação aos dias de amostragem. Legenda: S(obs) – número de espécies na comunidade; Chao 2 Mean – número de espécies que ocorrem em duas ou mais amostras; Jack 1 Mean – número de espécies que ocorrem em somente uma amostra.



Para a metodologia de avaliação do risco aviário, segundo Luigi et al. 2020, obteve-se os seguintes resultados, conforme Figura 7:

Figura 7. Risco de colisões entre as espécies de aves e aeronaves de acordo com a metodologia de Luigi et al. 2010 no aeroporto de Teresina.



Seis espécies foram consideradas de alto risco para colisões com aeronaves na área de estudo (9% do total): urubu-de-cabeça-vermelha (*C. aura*), urubu-de-cabeça-amarela (*C. burrovianus*), urubu-

preto (*C. atratus*), gavião-caboclo (*H. meridionalis*), pombo-doméstico (*C. livia*) e carcará (*C. plancus*); sendo que as três espécies da Família Cathartidae receberam a totalidade dos sete escores avaliados, as demais obtiveram seis escores. 24 espécies apresentaram risco médio de colisões (34% do total), incluindo as demais aves rapinantes carnívoras (Accipitridae e Falconidae), as outras duas espécies de Columbidae (rolinha-roxa e rolinha-fogo-apagou), garça-branca (*A. alba*) e algumas espécies de Passeriformes com grande número de registros: bem-te-vi (*P. sulphuratus*), andorinha-grande (*P. chalybea*) e bico-de-lacre (*E. astrild*). 36 espécies da avifauna foram consideradas de risco baixo para acidentes com aeronaves (51% do total), dentre elas os representantes da Família Psittacidae, as de hábito alimentar piscívoro (ex: biguá), não residentes (visitantes sazonais) e a grande parte dos Passeriformes (espécies registradas em menor quantidade). Apenas quatro espécies foram classificadas como risco improvável de colisão (6% do total): frango-d'água-azul (*Porphyrio Martinica*), corucão (*Podager nacunda*), curutié (*Certhiaxis cinnamomeus*) e freirinha (*Arundinicola leucocephala*).

Vale destacar principalmente as espécies pombo-doméstico (*C. livia*) e urubu-preto (*C. atratus*), por geralmente serem avistados em numerosos bandos, tanto na parte interna da área aeroportuária quanto nos arredores sobrevoando a região em busca de depósitos de resíduos orgânicos; onde observa-se constantemente indivíduos dessas espécies cruzando a pista de pouso e decolagem. Segundo Pessoa Neto et al. (2006), os urubus-pretos respondem pela ampla maioria de colisões com aeronaves no Brasil, onde quase 50% do total de colisões foram causados por esta espécie. Devido ao seu grande tamanho corporal, os urubus geralmente provocam os maiores impactos com as aeronaves (Mendonça 2005), podendo gerar uma grave pane em aviões.

No geral, as espécies de aves adaptadas a ambientes antropizados foram as que apresentam maior risco de colisão, devido a proliferação de áreas degradadas nos contornos do aeroporto de Teresina, e a consequente redução de saneamento básico, favorecendo especialmente as espécies generalistas e detritívoras, como os urubus (Cardoso et al. 2013). O carcará (*C. plancus*) tem um peso aproximado de 1000g, é onívoro, alimentando-se inclusive de animais mortos e restos de lixo, sendo encontrado em grande parte do Nordeste (Sick 1997), foram registrados indivíduos desta espécie se alimentando de carcaças na pista de pouso e agrupamentos em período de roçagem da grama. Esses resultados corroboram com o estudo de Bastos (2000), que avaliou as colisões ocorridas para o país no período 1980-2000; nesse trabalho, os urubus representaram 55% do total de ocorrência de incidentes, seguidos por quero-queros (14%) e corujas (6%). Com isso, pode-se afirmar que a problemática do risco aviário para o aeroporto de Teresina são os focos de atração para as aves, necessitando manejo e controle adequados.

Em novembro de 2020, foi registrada uma colisão com um bando aproximado de 30 indivíduos de pombo-doméstico (*C. livia*). Pouco tempo depois pousaram na pista dois indivíduos de carcará (*C. plancus*) e um carrapateiro (*M. chimachima*). Além desta, outras quatro colisões com aves foram registradas durante as observações de campo: uma com garça-branca (*A. alba*), sendo que as garças costumam cruzar a pista algumas vezes se dirigindo para a *área gramada ao lado desta; uma colisão com suindara (T. furcata); uma com indivíduo de urubu-de-cabeça-amarela (C. burrovianus); e uma com urubu-preto (C. atratus) (Figura 8).*

Diante desses dados, é necessário a adoção de medidas mitigadoras efetivas para a redução do risco aviário na área de estudo, dentre as quais: eliminação dos focos atrativos, principalmente os relacionados a descarte irregular de resíduos orgânicos nos entornos do aeroporto; ações de educação ambiental com os moradores da região, sobre a problemática do risco aviário e destinação correta do

lixo; controle das espécies que oferecem maior risco de colisões, com adoção de planos de contenção e afugentamento específicos para cada uma, devido às diferentes características das espécies de aves; uso de novas tecnologias, já adotadas em outros aeroportos, como nos Estados Unidos, com o uso de ferramentas de geoprocessamento para caracterizar as regiões mais críticas do sítio aeroportuário e monitoramento da presença de aves, e o uso de drones. Essas medidas podem minimizar o risco aviário para um nível que permita maior segurança aos voos, preservação da vida e redução de custos financeiros para as empresas aéreas, em relação aos danos gerados nas aeronaves colididas.

Figura 8. Registros de colisões com aves no aeroporto de Teresina. A) Urubu-preto (*C. atratus*). B) Garça-branca (*A. alba*). C) Suindara (*T. furcata*). D) Colisão múltipla com pombos-domésticos (*C. livia*). E) Urubu-de-cabeça-amarela (*C. burrovianus*). F) Quero-quero (*V. chilensis*). Fotos: A, B, C e F cedidas pela INFRAERO; Fotos D e E: Éthynna Santos.



Em 2020, foram reportadas ao CENIPA um total de 21 colisões com animais no Aeroporto Senador Petrônio Portella. O mês de dezembro obteve o maior número de colisões ($n^{\circ} = 6$), seguido por janeiro ($n^{\circ} = 4$). A queda no número de reporte de colisão a partir de março está relacionada com início da

pandemia no país, redução do número de voos regulares e o início do trabalho remoto de funcionários. Quanto à identificação das espécies nessas colisões, a maioria não foi identificada, as aves tiveram seis registros de acidentes: rolinha-roxa (*C. talpacoti*), pombo-doméstico (*C. livia*), falcão-de-coleira (*F. femolaris*), suindara (*T. furcata*), urubu-de-cabeça-vermelha (*C. aura*) e garça-branca (*A. alba*). Já em 2021, foram reportadas 34 colisões com fauna na área de estudo; julho obteve o maior número de colisões ($n^{\circ} = 5$). Quanto à identificação das espécies de aves envolvidas em colisões: rolinha-roxa (*C. talpacoti*), rolinha-fogo-apagou (*C. squammata*), coruja-buraqueira (*Athene cunicularia*), urubu-de-cabeça-amarela (*C. burrovianus*), urubu-preto (*C. atratus*), quero-quero (*Vanellus chilensis*) e pombo-doméstico (*C. livia*).

Estes dados para o aeroporto de Teresina corroboram com o padrão similar encontrado em outros aeroportos brasileiros, onde as espécies mais críticas para o risco aviário são urubus, pombos, gaviões, corujas, carcarás e quero-queros, responsáveis por 80% dos incidentes no intervalo de 2006 a 2010 (Morais 2012). De acordo com Bastos (2000), as colisões em aeroportos se relacionam principalmente aos fatores de progressão do número de voos, fragmentação de habitat que obriga algumas espécies a buscar abrigo nas áreas aeroportuárias, o crescimento de ocupações de maneira desordenada nos arredores e o descarte incorreto de lixo; este último é o principal fator encontrado para a permanência de aves na área de estudo. Esses trabalhos possibilitam a geração de análises e projeções, auxiliando as autoridades competentes para tomada de decisões com o objetivo de mitigação do risco aviário (Pereira 2008).

Conclusão

Com base nos resultados obtidos, seis espécies de aves oferecem alto risco de colisão com aeronaves no aeroporto Senador Petrônio Portella, Teresina-PI: urubu-de-cabeça-vermelha (*C. aura*), urubu-de-cabeça-amarela (*C. burrovianus*), urubu-preto (*C. atratus*), gavião-caboclo (*H. meridionalis*), pombo-doméstico (*C. livia*) e carcará (*C. plancus*). O período chuvoso apresentou maior riqueza e abundância de espécies de aves, possivelmente pela maior disponibilidade de recurso alimentar. Também foi observado que a presença de corpos d'água na área de estudo influencia a diversidade de aves local, por meio da ocorrência de espécies típicas de ambientes aquáticos. Os fatores ambientais naturais (lagoas e áreas verdes nos entornos) e antrópicos (áreas com presença de focos atrativos, como descarte de resíduos) ao longo da pista de pouso, apresentaram influência sobre a distribuição nas categorias tróficas das espécies nos pontos de observação, uma vez que estes influenciam na presença de algumas espécies, como os urubus (detritívoros), pombos (busca por resíduos orgânicos) e as aves de rapina (busca por roedores). Duas das espécies com alto risco de colisão estão entre as mais abundantes na área de estudo: pombo-doméstico (*C. livia*) e urubu-preto (*C. atratus*), sendo necessário realizar algumas medidas no aeroporto para controle e manejo, tornando o sítio aeroportuário menos favorável a estas espécies. Como medida mitigadora principal a ser realizada para o aeroporto, está a remoção completa dos focos atrativos para a avifauna (especialmente o descarte irregular de resíduos orgânicos) e um plano de contenção específico para cada espécie que apresenta maior risco de colisões, bem ações de educação ambiental com os moradores das proximidades do aeroporto sobre destinação correta do lixo. O risco aviário deve ser gerenciado pela administração do aeroporto, com participação da comunidade local e entidades públicas, já que todos estão expostos a esse perigo, de modo a implantarem ações de prevenção adequadas para a área analisada.

Participação dos autores: EMCS e AG – planejamento da pesquisa, coleta de dados, escrita e revisão; FCVS – análise de dados; IGBM – elaboração de mapas e tabelas, análise de dados e formatação.

Aprovação ética ou licenças de pesquisa: a pesquisa foi autorizada no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SISGEN), com o código AED0213.

Disponibilidade de dados: Artigo desenvolvido com dados da dissertação da primeira autora, disponível em no repositório do Programa de Pós-Graduação (https://drive.google.com/file/d/1L8hVcD0SeZ_Eqr7nHmwvKshi4cLyVkjZ/view?usp=share_link)

Fomento: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES (bolsa de mestrado concedida a EMCS).

Conflito de interesses: os autores declaram que não há conflitos de interesses.

Referências

- Allan JR, Orosz AP. 2001. The costs of bird strikes to commercial aviation. Bird Strike Committee - USA/Canada, Third Joint Annual Meeting, Calgary, AB. Paper 2.
- ANAC. 2011. Carta de segurança operacional. O biólogo e o perigo aviário. 3ª ed.
- ANAC. 2016. Demandas e orientações sobre aviação civil. 1ª edição.
- ANAC. 2021. Regulamento Brasileiro de Aviação Civil – RBAC nº 153 EMD 06. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-153>.
- Bastos LC. 2000. Brazilian avian hazard control program – educational initiatives. International Bird Strike Committee. Proceedings of 25th International Bird Strike Committee meeting. International Bird Strike Committee, 17–20 April 2000, Amsterdam, Netherlands.
- Bibby CJ, Burges ND, Hill DA. 1992. Bird census techniques. Academic Press Limited, San Diego, USA, 257p. DOI: <https://doi.org/10.1016/c2009-0-03531-4>
- Bitencourt GC. 2016. Asas da Cidade: Aves de Sorocaba. Sorocaba, SP.
- Bruno FB, Barreto JR. 2017. Aves e aeronaves: riscos e desafios para a ciência e sociedade quanto ao perigo aviário. Eduff.
- Cardoso CO, Santos AGS, Gomes DN, Tavares AA, Guzzi A. 2013. Análise e composição da avifauna no Aeroporto Internacional de Parnaíba-PI. *Ornithologia*. 6: 89–101.
- CENIPA. 2011. Plano Básico de Gerenciamento do Risco Aviário (PBGRA). Disponível em http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/Anexos/article/205/PCA_3-2_PBGRA.pdf
- CENIPA. 2016. Anuário de risco de fauna 2015. 50p.
- CENIPA. 2017. PCA 3-3: Plano Básico de Gerenciamento de Risco de Fauna. Disponível em: <http://www2.fab.mil.br/cenipa/index.php/legislacao/pca-planodo-comando-da-aeronautica?download=130:pca-3-3>
- DeVault TL, Reinhart BD, Brisbin-Jr IL, Rhodes-Jr OE. 2005 Flight behavior of Black and Turkey vultures: implications for reducing bird-aircraft collisions, *Journal of wildlife management*. 69(2): 6001-608.
- Dolbeer RA, Wrigth-Jr SE, Weller JR, Begier MJ. 2013. Wildlife strikes to civil aircraft in the United States 1990–2012. Federal Aviation Administration, National Wildlife Strike Database, Serial Report Number 19, Washington, DC U.S.A.
- Dolbeer RA. 2009. Birds and aircraft—fighting for airspace in ever more crowded skies. *Human-Wildlife Conflicts* 3:165–166.

- Godin AJ. 1994. Birds at airports: Prevention and control of wildlife damage. Disponível em http://www.icwdm.org/handbook/birds/bird_e1.
- Guedes FL. 2011. Atuação do Biólogo no gerenciamento do risco aviário em aeroportos. Revista Conexão SIPAER, vol. 2, nº 3, p. 56-73.
- INFRAERO. 2006. Primeiro relatório de comunicação de progresso. Disponível em <http://www.infraero.gov.br/images/stories/Infraero/Contas/GlobalCompact/20042006.pdf>
- IBGE. 2021. Panorama das cidades – Teresina. Disponível em <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pi/teresina/panorama>
- Hair Jr JF, Anderson RE, Tatham RL, Black WC. 2005. Análise multivariada de dados. 5 ed. Bookman, Porto Alegre, Brasil.
- Lima IMMF. 2002. Teresina - Agenda 21. Meio Ambiente (Coord.). In: Plano de Desenvolvimento Sustentável. Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação Geral. Teresina: PMT.
- Linhares GCB, Souza TAF. 2011. O papel do Biólogo no gerenciamento do perigo aviário nos aeroportos. Aviation in focus. Porto Alegre. 2(1): 76-89.
- Luigi G, Fonseca VS, Moura FH, Job A. 2010. Metodologia de controle e redução da incidência de aves em aeroportos no Brasil. 429–439. In: Von Mater S, Straube FC, Accordi IA, Piacentini VQ, Cândido-Jr JF. (eds). Ornitologia e conservação: ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento. Technical Books, Rio de Janeiro, Brasil.
- Mendonça FAC. 2009. Gerenciamento do perigo aviário em aeroportos. Rev. Conexão SIPAER, 1(1): 154-174.
- Mendonça FAC, J Keller, C Huang. 2020. An analysis of Wildlife Strikes to Aircraft in Brazil: 2011–2018. Journal of Airline and Airport Management 10:51–64.
- Moraes FM. 2016. Aves e aeronaves: um encontro inconveniente: gestão ambiental aplicada à mitigação do risco aviário em Manaus/AM. 108 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus.
- Morais FJA. 2012. Evolução do risco aviário no Brasil entre 2006 e 2010: estatísticas e probabilidades. Revista Conexão SIPAER, vol. 3, nº 2, p. 209-217.
- Motta-Júnior JC. 1990. Estrutura trófica e composição das avifaunas de três habitats terrestres na região central do estado de São Paulo. Ararajuba, v. 1, n.6, p.65-71.
- Nascimento ILS, Schulz-Neto A, Alves VS, Maia M, Efe MA, Telino-Jr WR, Amaral MF. 2005. Diagnóstico da situação nacional de colisões de aves com aeronaves. Ornithologia 1: 93–104.
- Novaes WG. 2007. Diagnóstico das colisões com aves no aeroporto Jorge Amado (Ilhéus-BA) e a influência dos urubus-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*) sobre o risco na aeronavegação. 113 p. (Dissertação de Mestrado). UESC - BA.
- Novaes WG, Alvarez MRDV. 2010. O perigo aviário em aeroportos do nordeste do Brasil: análise das colisões entre aves e aviões entre os anos de 1985 e 2009. Rev. Con. SIPAER. 1: 47–68. 193.
- Novoselova NS, Novoselova AA, Macarrão A, Gallo-Ortiz G, Silva WR. 2020. Remote sensing applications for abating aircraft–bird strike risks in southeast Brazil. Human-Wildlife Interactions 14:25–42.
- Oliveira HRB. 2014. Risco de Fauna: Aplicando o SMS para o gerenciamento integrado no Brasil. 165 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Aeronáutica e Mecânica, Instituto Tecnológico da Aeronáutica, São José dos Campos.
- Oliveira HRB, Pontes FO. 2012. Risco aviário e resíduo sólido urbano: a responsabilidade do poder público municipal e as perspectivas futuras. Rev. Con. SIPAER. 3: 189–208.
- Pacheco JF, Silveira LF, Aleixo A, Agne CE, Bencke GA, Bravo GA, Brito GRR, Cohn-Haft M, Mauricio GN, Naka LN, Olmos F, Posso S, Lees AC, Figueiredo LFA, Carrano E, Guedes RC, Cesari E, Franz I, Schunk F, Piacentini VQ. 2021.

Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee – second edition. *Ornithology Research* 29(2). DOI: <https://doi.org/10.1007/s43388-021-00058-x>

Pereira J. 2008. Perigo aviário diante da conexão dos direitos ambientais e aeronáuticos. Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização, Univ. de Brasília, Brasília, Brasil.

Rodrigues M, Carrara LA, Faria LP, Gomes HB. 2005. As aves do Parque Nacional da Serra do Cipó: o vale do Rio Cipó, Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*. v. 22, n.2, p. 326-338. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0101-81752005000200005>

Serrano IL, Neto AS, Alvez VS, Maia M, Efe MA, Telino Júnior MFA. 2005. Diagnóstico da Situação Nacional de Colisões de Aves com Aeronaves. *Ornithologia* 1(1): 93-104.

Sick H. 1997. *Ornitologia brasileira*. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira.

Sigrist T. 2009. *Avifauna brasileira: descrição das espécies*. São Paulo. 1a ed. Avis Brasilis, São Paulo, Brasil.

Silva VMA, Medeiros RM, Ribeiro VHA, Santos ED, Farias MEAC. 2015. Climatologia da precipitação no município de Teresina, PI, Brasil. *In: Anais... CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DE ENGENHARIA E DA AGRONOMIA*, 72.

Souza CAF. 2003. Controle do perigo aviário nos aeroportos pela gestão dos fatores de atração de aves. Dissertação de Mestrado, Publicação TU. DM-013A/03. Brasília: Universidade de Brasília.

Thorpe J. 2003. Fatalities and destroyed civil aircraft due to bird strikes, 1912-2002. International Bird Strike Committee, Varsóvia.

Villareal LMA. 2008. Programa Nacional de Limitación de Fauna en Aeropuertos. Republica de Colombia - Unidad Administrativa Especial de Aeronautica Civil, Colômbia.

Washburn BE, Begier MJ, Wright SE. 2015. Collisions between eagles and aircraft: an increasing problem in the airport environment. *J. Raptor Res.* 49:192–200. DOI: <http://dx.doi.org/10.3356/rapt-49-02-192-200.1>



Esta obra está licenciada com uma *Licença Creative Commons Atribuição Não-Comercial 4.0 Internacional*.