

A diversidade de artrópodes terrestres em dez aeródromos brasileiros e suas implicações no gerenciamento do risco de fauna

Jônatas Barbosa Cavalcante Ferreira^{1,2,3}, Douglas de Almeida Rocha¹, Tarcísio Lyra dos Santos Abreu²

1 Núcleo de Medicina Tropical, Faculdade de Medicina, Universidade de Brasília, Brasília, DF

2 Pesquisador associado do Programa Fauna nos Aeroportos Brasileiros, convênio CDT/UNB/Infraero

3 jonatasbcf@gmail.com

RESUMO: O controle de insetos e outros artrópodes pode ser uma estratégia eficiente de manejo dos animais de médio e grande porte, presentes em sítios aeroportuários, que representam riscos para a segurança da aviação. Este estudo teve como objetivo realizar um inventário dos artrópodes presentes nas áreas operacionais de dez aeródromos brasileiros. Para a captura de artrópodes nos aeroportos foram utilizadas armadilhas de quedas e redes entomológicas. Foram capturados 17.530 artrópodes, pertencentes a 18 famílias zoológicas e 11 ordens. O aeródromo com maior riqueza de espécies foi o de Brasília [SBBR] com 26 táxons, onde o esforço foi relativamente maior, seguido pelos aeródromos de Aracaju [SBAR] e Fortaleza [SBFZ], ambos com 19 táxons. O aeródromo de Congonhas [SBSP], em São Paulo, apresentou a menor diversidade, com cinco táxons. Os aeródromos brasileiros avaliados apresentaram características muito similares em relação às comunidades de artrópodes, com um predomínio amplo de formigas (Família Formicidae) e gafanhotos (Família Acrididae). No entanto, cada aeródromo apresentou particularidades em relação à sua diversidade de artrópodes inerente a cada área operacional e a cada região de origem. O trabalho discutiu alternativas de manejo de artrópodes, incluindo alteração da cobertura vegetal, uso de defensivos químicos, iscas granuladas, plantas com substâncias inseticidas e o controle biológico aplicado com fungos entomopatogênicos e endofíticos foram discutidos ou apresentados.

Palavras chave: Aves. Colisões. Fauna. Insetos. Manejo

Diversity of terrestrial arthropods in ten Brazilian airports

ABSTRACT: Severe factors bias the presence of medium and large animals on airfields, including the abundance of invertebrates. Thus the arthropods' management can be an effective strategy for control of wildlife risk. This study aimed to conduct an arthropod inventory in the operational areas of ten Brazilian airports. Pitfalls and entomological nets were used to collect arthropods in airfields. We collected 17,530 arthropods of eighteen distinct orders and eleven zoological families. The top arthropods richness was found in Brasilia [SBBR], with 26 taxa, followed by Aracaju [SBAR] and Fortaleza [SBFZ] airfields, both with 19 taxa. The lowest diversity was found in São Paulo aerodrome [SBSP], with 5 taxa. The assessed Brazilian airports have very similar characteristics on arthropod communities, being a large dominance of ants (Family Formicidae) and grasshoppers (Acrididae). Even though each is one has a very unique operational area and surroundings. This article discussed some arthropods management strategies, including: grass cover modification, use of chemical pesticides, granular baits, plants with insecticidal substances, and the biological control with entomopathogenic and endophytic fungi.

Key words: Birds. Strikes. Fauna. Insects. Management

Citação: Ferreira, JBC, Rocha, DA, Abreu, TLS. (2015) A diversidade de artrópodes terrestres em dez aeródromos brasileiros e suas implicações no gerenciamento do risco de fauna. *Revista Conexão Sipaer*, Vol. 6, No. 1, pp. 564-572.

Recebido 18 setembro 2014; **Aceito** 27 dezembro 2014; **Publicado** 30 abril 2015

1 INTRODUÇÃO

Os ambientes aeroportuários atraem diferentes tipos de animais, os quais utilizam suas áreas verdes, gramados, remanescentes naturais e corpos d'água para reprodução, alimentação, dessedentação, descanso, abrigo ou refúgio (IBSC, 2006). A presença de aves e outros animais de grande porte nos arredores dos aeroportos podem representar riscos para a segurança da aviação. As colisões de aeronaves com fauna, conhecidas internacionalmente como "bird strikes" ou "wildlife strikes", acarretam prejuízos diretos e indiretos para a indústria da aviação civil (Allan, 2002), também podendo causar perdas inestimáveis de vidas humanas (Thorpe, 1996; 2005; 2012). Portanto, estudos de manejo de fauna em ambientes aeroportuários e arredores são desenvolvidos em todo o mundo (Froneman & Van Rooyen, 2003; Cleary & Dolbeer, 2005; Villareal, 2008; Steele & Renner, 2010; Soldatini, C; Georgalas, V; Torricelli, P; Albares-Barajas, YV, 2010; Dao-De, Zhi-Qiang & Mao-Wang, 2010; CAA,

2013). Desta forma, monitoramentos de animais em sítios aeroportuários têm sido fundamentais para orientar os esforços de manejo com o objetivo de prevenir acidentes e incidentes, e também aprimorar a segurança da aviação.

Em geral as áreas operacionais dos aeroportos incorporam extensas áreas gramadas, recobertas por gramíneas exóticas, que ocasionalmente situam-se perto de lagos ou canais de rios (Robinson, 2005). Os ambientes presentes dentro dos sítios aeroportuários oferecem uma ampla gama de habitats para variados tipos de animais, silvestres ou domésticos. Alguns animais menores (p. ex.: roedores, peixes e insetos) podem representar atrativos a uma fauna de maior porte, em especial a avifauna, para áreas relevantes à segurança de aviação dentro e no entorno dos aeródromos (Barras, SC; Dolbeer, RA; Chipman, RB; Bernhardt, GE; Carrara, MS., 2000; Gleizer, H; Bar, P; Bahat, O; Groner, E; Ovadia, O., 2005; Soldatini, C; Georgalas, V; Torricelli, P; Albares-Barajas, YV, 2010).

Tabela 1 – Aeródromos brasileiros contemplados no inventário de espécies de artrópodes, listados por nome, código segundo ICAO, município e unidade federativa, coordenada geográfica, período de amostragem e classificação climática segundo Köppen-Geiger (Kottek, M; Grieser, J; Beck, C; Rudolf, B; Rubel F., 2006)

Aw - Savana tropical úmida com inverno seco; e Af - Floresta úmida tropical

Aeroporto (nome)	Código ICAO	Município (UF)	Coordenadas Geográficas	Período de amostragem	Clima
Pres. Juscelino Kubitschek	SBBR	Brasília, DF	15° 52' 09" S 47° 55' 15" W	17 a 20/ Jul 2012*	Aw
Marechal Rondon	SBCY	Cuiabá, MT	15° 38' 59" S 56° 07' 01" W	31/Jul a 04/Ago 2012	Aw
Dep. Luís Eduardo Magalhães	SBSV	Salvador, BA	12° 54' 31" S 38° 19' 21" W	13 a 18/Ago 2012	Af
Zumbi dos Palmares	SBMO	Maceió, AL	09° 30' 43" S 35° 47' 54" W	1° a 06/Out 2012	Af
Guararapes	SBRF	Recife, PE	08° 07' 53" S 34° 55' 05" W	29/Out a 03/Nov 2012	Af
Pinto Martins	SBFZ	Fortaleza, CE	03° 46' 38" S 38° 32' 25" W	03 a 08/Dez 2012	Af
Val de Cans	SBBE	Belém, PA	01° 23' 04" S 48° 28' 42" W	21 a 26/Jan 2013	Af
Eduardo Gomes	SBEG	Manaus, AM	03° 02' 21" S 60° 02' 49" W	18 a 23/Fev 2013	Af
Santa Maria	SBAR	Aracaju, SE	10° 59' 08" S 37° 04' 25" W	04 a 09/Mar 2013	Af
Congonhas	S BSP	São Paulo, SP	23° 37' 34" S 46° 39' 23" W	28 a 3/Ago 2013	Af

* Estudo realizado antes da concessão à iniciativa privada

A presença de vertebrados em sítios aeroportuários, por vezes, está relacionada à abundância de invertebrados, visto que consistem em recursos alimentares de certos grupos faunísticos (Moeed, 1976; Linnell, Conover & Ohashi, 2009). O controle de insetos e outros artrópodes em aeródromos pode se tornar uma estratégia eficiente de auxílio no manejo dos animais que representam riscos para a segurança da aviação (Buckley & McCarthy, 1994). Este estudo teve como objetivo realizar um inventário das espécies de artrópodes presentes nos gramados das áreas operacionais de dez aeródromos brasileiros. A composição das espécies amostradas em cada local serviu a comparações regionais de similaridade. Os resultados fundamentaram algumas inferências sobre o potencial dos artrópodes como atrativo alimentar para determinados grupos de aves dentro dos aeródromos, bem como, sobre estratégias de manejo de fauna, como prevenção de colisões com fauna e, consequentemente, de acidentes aeronáuticos.

2 METODOLOGIA

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O inventário dos artrópodes foi realizado em dez dos principais aeroportos brasileiros, distribuídos pelas regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste do país (Tabela 1 e Figura 1). O estudo foi executado entre agosto de 2012 a agosto de 2013, período em que os aeródromos foram sucessivamente visitados, sendo destinados cerca de cinco dias de amostragem em cada aeroporto. As amostragens ocorreram principalmente nos extensos gramados adjacentes às pistas de pouso e decolagem dos aeródromos analisados, áreas mais importantes com relação à prevenção de colisões com fauna, sendo também amostradas áreas gramadas

próximas a pátios de aeronaves, pistas de táxi e acessos aos hangares.



Figura 1: Mapa das localidades dos dez aeródromos brasileiros contemplados no inventário de artrópodes terrestres

2.2 COLETA DE DADOS

Para a captura de artrópodes nos aeroportos foram utilizadas duas metodologias complementares, indicadas para a captura, tanto de artrópodes terrestres que caminham sobre a grama e o solo (armadilha de queda), quanto animais de deslocamento aéreo, que eventualmente estivessem pousados sobre a vegetação (redes entomológicas).

- Armadilhas de queda (Pitfall)

Em cada aeroporto foram instaladas dez armadilhas confeccionadas com garrafas PET de dois litros, tendo 10 cm de diâmetro e cortadas a uma altura de 20 cm. As armadilhas foram dispostas distantes cerca de 650 m uma da outra, ao longo de dois transectos lineares um em cada lateral das pistas de pouso e decolagem. As mesmas foram enterradas ao nível do solo com pequenas perfurações nas laterais para que

não transbordassem em períodos chuvosos. As armadilhas foram posicionadas a uma distância mínima de 150 m das pistas de pouso e decolagem e 50 m das demais pistas de táxi e pátios de aeronaves. Como atrativo, foi colocada 50 g de carne apodrecida, presas dentro das garrafas abaixo do nível do solo 7 cm. Em cada armadilha foram colocados 150 ml de solução de formol (40%), 50 ml de álcool (70%) e duas gotas de detergente para quebrar a tensão superficial da água. As armadilhas foram revisadas a cada 24 horas, durante três dias consecutivos.

- **Redes entomológicas**

As coletas com rede entomológica foram feitas em três dias consecutivos, seguindo o mesmo transecto das armadilhas de queda, com cerca de 3.600 batidas por coleta, durante um tempo aproximado de uma hora em cada lateral de pista. O transecto da área operacional de cada aeroporto foi percorrido durante a manhã e à tarde, intercalando-se o período ao longo dos três dias de coleta.

Alguns dos aeroportos avaliados neste estudo possuem duas pistas de pouso e decolagem: o Aeroporto Internacional Presidente Juscelino Kubistchek de Brasília [SBBR] e o Aeroporto Internacional Luís Eduardo Magalhães de Salvador [SBSV], sendo que a metodologia foi inteiramente replicada nas duas pistas de cada aeródromo. O Aeroporto Internacional Val-de-Cans de Belém [SBBE] também possui duas pistas de pouso e decolagem, mas a disposição cruzada destas inviabilizou uma réplica completa da metodologia, realizada apenas na pista mais extensa deste aeródromo. A grande intensidade das chuvas prejudicou as amostragens com armadilhas de queda nos aeroportos de Belém e de Salvador, bem como inviabilizou o uso deste aparato para a captura de artrópodes no Aeroporto Internacional Eduardo Gomes de Manaus [SBEG]. Cachorros-do-mato (*Cerdocyon thous* Linnaeus, 1766) atacaram as armadilhas de queda colocadas no Aeroporto Internacional Marechal Rondon de Cuiabá [SBCY], dificultando a amostragem com tal metodologia. Com exceção do uso de armadilha de queda no aeródromo de Manaus, o qual foi desconsiderado nas análises, os demais aeródromos foram incluídos nas comparações estatísticas, a despeito das interferências em suas amostragens.

2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O número total de artrópodes (Famílias Formicidae e Acrididae) e a riqueza de famílias por aeródromo foram considerados como variáveis dependentes. Segundo o teste de Shapiro-Anderson, estas variáveis apresentaram distribuição normal, permitindo o uso de testes paramétricos. As duas metodologias de captura (armadilhas de queda e redes entomológicas) foram comparadas através do Teste T pareado de Student com o número total de artrópodes, bem como, separadamente com o número de indivíduos das duas Famílias mais abundantes, Formicidae e Acrididae, coletados em cada aeroporto. Também com base no número de indivíduos coletados por espécie, foram calculados índices de similaridade de Morisita entre os aeródromos, o que permitiu a avaliação dos aeródromos de diferentes regiões através do agrupamento de forma hierárquica, método linear e distância UPGMA. Foram utilizadas correlações lineares de Pearson para verificar associação entre as riquezas e as abundâncias

registradas de artrópodes, a área e a proporção de remanescentes arbóreos estimados em cada aeródromo. As estimativas de áreas patrimoniais e arbóreas foram realizadas através do programa *Google Earth Pro v. 7.1* (2014) (Tabela 2) e todos os demais testes estatísticos foram realizados no programa *SYSTAT v.13* (2014), segundo nível de significância de 5% (Brower & Zar, 1977; Zar, 1984).

3 RESULTADOS

Ao longo do estudo foram capturados 17.530 artrópodes, pertencentes a 18 famílias zoológicas e 11 ordens nos dez aeroportos analisados (Tabela 3). O total de artrópodes capturados com as armadilhas de queda foi de 10.252 (58,48%), maior do que os exemplares capturados com as redes entomológicas, 7.278 (41,52%). No entanto, não houve diferença significativa na comparação entre as duas metodologias aplicadas, com base no total de indivíduos capturados em cada aeródromo (*Student* (pareado): $t=0,93$; $g.l.=8$; $p=0,381$). Assim, os dois métodos, armadilhas de queda e redes entomológicas, são compatíveis para a captura de artrópodes terrestres em ambientes aeroportuários.

Mais de 95% dos indivíduos coletados pertenciam a duas Famílias de insetos: Formicidae (formigas) e Acrididae (gafanhotos). A Família Formicidae foi a mais abundante (8.613 indivíduos) em todos os aeroportos, correspondendo a 49,1% de todos os indivíduos coletados em ambas as técnicas. Quando comparadas separadamente, os Formicidae foram mais frequentemente capturados nas armadilhas de queda (média = 828,8 indivíduos/aeródromo) que nas redes entomológicas (média = 60,1 indivíduos/aeródromo); sendo encontradas diferenças significativas entre ambas metodologias (*Student* (pareado): $t=2,48$; $g.l.=8$; $p=0,038$).

Já a Família Acrididae foi a segunda mais representativa em todos os aeroportos estudados, com um total de 8.045 indivíduos capturados, que correspondem a 45,9% do total de capturas. Os indivíduos desta Família foram mais capturados com redes entomológicas (média = 651,3 indivíduos/aeródromo) que com armadilhas de queda (média = 180,5 indivíduos/aeródromo). Entretanto, não houve diferença significativa entre os dois métodos para captura de gafanhotos (*Student* (pareado): $t = -1,72$; $g.l. = 8$; $p = 0,123$), sugerindo que ambas armadilhas utilizadas são eficientes para a amostragem desta Família em aeródromos.

As outras 16 famílias apresentaram baixa frequência e abundância nos aeródromos analisados, somando apenas 4,97% de todos os indivíduos coletados. As Famílias Gryllidae (1,45%) e Reduviidae (1,01%) foram representativas nos diversos aeródromos, mas sempre em baixa abundância de indivíduos. A Família Chrysomelidae (0,93%) teve alta abundância apenas no Aeroporto de Santa Maria, em Aracaju [SBAR]; mostrando-se rara nos outros aeródromos estudados. As Famílias Oniscidae e Proscopiidae tiveram apenas dois indivíduos coletados, enquanto que a Família Nymphalidae e a Ordem Opiliones, apenas um indivíduo coletado, sendo estes os táxons com menor abundância nos ambientes aeroportuários estudados.

O aeroporto que apresentou a maior riqueza de artrópodes foi o de Brasília [SBBR], com 26 táxons de 15 famílias distintas; seguido pelos aeródromos de Aracaju [SBAR] e Fortaleza [SBFZ], ambos com 19 diferentes táxons, distribuídos em 16 e 11 famílias, respectivamente (Tabela 3).

Tabela 2: Riqueza de espécies de artrópodes, abundância total, das Famílias Formicidae e Acrididae (em indivíduos coletados) por aeródromo, e estimativas (em Km²) da área patrimonial, da área arbórea e da relação área arbórea/área patrimonial

Aeródromo	Município (UF)	Região Geográfica	Riqueza	Abundância Total	Abundância (Formicidae)	Abundância (Acrididae)	Área Patrimonial (AP em km ²)	Área Arbórea (AA em km ²)	Relação AA/AP
SBBR	Brasília, DF	Centro-Oeste	26	6.649	2.473	3.975	14,00	8,73	62,4%
SBCY	Cuiabá, MT	Centro-Oeste	16	1.395	395	955	6,92	5,15	74,4%
SBSV	Salvador, BA	Nordeste	14	1.810	527	764	9,74	6,12	62,8%
SBMO	Maceió, AL	Nordeste	13	1.338	496	762	4,93	2,32	47,1%
SBRF	Recife, PE	Nordeste	18	1.228	588	549	4,19	1,11	26,5%
SBFZ	Fortaleza, CE	Nordeste	19	2.776	2.567	168	4,72	1,28	27,1%
SBBE	Belém, PA	Norte	12	514	398	104	5,33	2,62	49,2%
SBEG	Manaus, AM	Norte	13	722	143	371	14,05	9,88	70,3%
SBAR	Aracaju, SE	Nordeste	19	794	389	194	3,82	2,71	70,9%
S BSP	São Paulo, SP	Sudeste	5	285	167	16	1,68	0,03	1,8%

Tabela 3: Relação de táxons e números de indivíduos de artrópodes amostrados em dez dos principais aeródromos brasileiros

Classe	Ordem	Família	Gênero/Espécies	SBBR	SBCY	SBSV	SBMO	SBRF	SBFZ	SBBE	SBEG	SBAR	S BSP	
Insecta	Blattodea	Blattellidae	<i>Cariblatta</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	
		Acrididae	Acrididae NI	1.902	567	1.100	762	347	168	83	122	187	25	
	Orthoptera	Subfamília	Gomphocerinae NI	900	79	113	-	74	-	-	-	-	7	-
		Gomphocerinae	<i>Ramburiella</i> sp.	1.171	309	-	-	128	-	21	-	-	-	-
		Gryllidae	Gryllidae NI	52	46	33	44	39	-	1	39	1	-	
		Procoptidae	Procoptidae NI	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
		Hymenoptera	Formicidae	<i>Labidus</i> sp. 1	54	29	25	-	68	-	-	-	-	-
	<i>Labidus</i> coecus			51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Solenopsis</i> sp. 1			94	38	73	92	227	1.783	259	491	372	-	
	<i>Solenopsis</i> invicta			1.216	195	8	-	18	25	-	-	-	-	249
	<i>Acromyrmex</i> sp.			812	56	329	397	183	692	139	27	17	2	
	<i>Atta</i> sp.			23	-	-	-	-	15	-	9	-	-	
	<i>Dinoponera</i> lucida			121	-	-	-	82	-	-	-	-	-	
Hemiptera	Formicidae NI	<i>Pheidole</i> sp.	102	45	92	7	10	52	-	-	-	-		
		Formicidae NI	6	-	-	-	4	8	1	3	2	2		
		Vespidae	Vespidae NI	19	3	-	4	3	6	3	5	-	-	
		Alididae	<i>Neomegalotomus parvus</i>	23	9	2	16	3	-	-	2	3	-	
			<i>Edessa metidabunda</i>	11	1	-	6	-	-	-	-	-	-	
			<i>Euschistus heros</i>	13	-	11	5	17	-	-	7	6	-	
			<i>Leptopterna</i> sp.	9	3	4	2	13	-	-	5	3	-	
		Reduvidae	Reduvidae NI	-	-	-	-	2	-	-	2	47	-	
			Curculionidae	Curculionidae NI	15	8	4	1	-	2	2	7	118	7
			Chrysomelidae	Chrysomelidae NI	26	1	-	-	-	1	-	-	4	-
Coleoptera	Scarabeidae	<i>Canthon</i> sp.	7	-	-	1	2	1	-	-	9	-		
		<i>Dichotomius</i> sp.	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Isoptera	Termitidae	Termitidae NI	5	6	-	1	3	1	-	3	6	-		
Diptera	Sarcophagidae	Sarcophagidae NI	-	-	14	-	-	13	1	-	-	-		
Lepidoptera	Noctuidae	Noctuidae NI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	
	Nymphalidae	Nymphalidae NI	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-		
Isopoda	Oniscidae	Oniscidae NI	1	-	-	-	-	1	-	-	2	-		

Classe	Ordem	Família	Gênero/Espécies	SBBR	SBCY	SBSV	SBMO	SBRF	SBFZ	SBBE	SBEG	SBAR	SBSP
Arachnidae	Araneae	Araneae	Araneae NI	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-
		Treriddidae	Treriddidae NI	3	-	-	-	-	2	2	-	3	-
		Linyphidae	Linyphidae NI	3	-	-	-	-	2	1	-	1	-
		Zodariidae	Zodariidae NI	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
	Opiliones	Opilionidae	Opilionidae NI	-	-	-	-	-	-	-	4	-	
Riqueza de táxons				26	16	14	13	18	19	12	13	19	5
Abundância de indivíduos				6.649	1.395	1.810	1.338	1.223	2.776	514	722	794	285
Proporção da abundância (relação ao total de indivíduos capturados)				38,0%	8,0%	10,3%	7,6%	7,0%	15,9%	2,9%	4,1%	4,5%	1,6%

* NI – não identificada

O SBSP, em São Paulo, foi o que apresentou a menor diversidade dentre os aeródromos estudados, com apenas cinco táxons de quatro famílias entomológicas. Reunindo os dois métodos de captura utilizados, o SBBR também foi o de maior abundância (com 38,0% do total de indivíduos capturados), seguido pelos SBFZ (15,9%) e SBSV (10,3%).

Apesar dos aeroportos avaliados apresentarem uma grande semelhança de comunidades de artrópodes terrestres, com ampla dominância de formigas e gafanhotos, foram verificadas algumas diferenças na composição de espécies de artrópodes relacionadas à região em que o aeródromo está inserido. Segundo o agrupamento obtido com base nos índices de similaridade de Morisita (Figura 2) e consideradas as taxas acima de 70%, três grandes grupos de aeródromos foram formados:

a) o primeiro grupo é composto apenas pelo SBSP ficando isolado dos demais devido a sua baixa riqueza e abundância de artrópodes;

b) o segundo grupo foi composto pelos dois aeródromos das regiões Norte: SBEG e SBBE, e outros dois da região Nordeste: SBAR e SBFZ;

c) por fim, o terceiro grupo reuniu dois aeroportos da região Centro-Oeste, SBBR e SBCY, e outros três da região Nordeste: Recife [SBRF], SBSV e Maceió [SBMO].

De acordo com o agrupamento formado, os aeroportos situados na mesma região geográfica do país foram reunidos nos mesmos grupos, com exceção dos aeródromos do Nordeste, os quais foram segregados em dois grupos. As maiores afinidades foram identificadas entre os aeródromos de Salvador e Maceió, localizados muito perto um do outro; entre Belém e Fortaleza, que apesar de pertencerem a regiões distintas, estão relativamente próximos em termos geográficos; e entre Cuiabá e Brasília, únicos representantes da região Centro-Oeste. Assim, apesar das comunidades de artrópodes dos aeroportos comparados apresentarem grande similaridade entre si, a diversidade de espécies destes possuem alguma correspondência à região geográfica do aeroporto em si.

Também não foram identificadas correlações entre a riqueza de artrópodes de cada aeroporto com a área de remanescentes arbóreos (*Pearson*: $r = 0,37$; g.l. = 8; $p = 0,294$) e nem com a proporção de áreas verdes (arbóreas) em relação à área patrimonial (*Pearson*: $r = 0,44$; g.l. = 8; $p = 0,208$). Ambas as correlações também não foram significati-

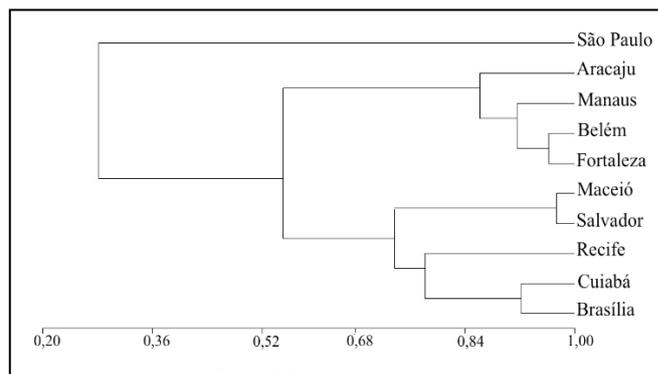


Figura 2: Dendrograma do agrupamento hierárquico, distância mediana, através do índice de similaridade de Morisita com base na abundância das espécies de artrópodes capturados em dez aeródromos brasileiros

vas para a abundância de indivíduos, seja em relação ao total de áreas arbóreas (*Pearson*: $R=0,45$; g.l.=8; $p=0,196$), ou em relação à proporção de áreas arborizadas (*Pearson*: $R=0,18$; g.l.=8; $p=0,612$).

4 DISCUSSÃO

Os aeródromos brasileiros observados apresentam características muito similares em relação às comunidades de artrópodes, mesmo com particularidades inerentes a cada área operacional e região geográfica. Há um predomínio amplo de formigas (Família Formicidae) e gafanhotos (Família Acrididae) em meio a outros artrópodes presentes em abundância muito menor, o que confere variação na composição de espécies. Os aeródromos comparados entre si apresentam valores de riqueza distintos, em contraponto à grande abundância dos mesmos grupos de insetos. Assim, independentemente dos fatores regional (bioma no qual está inserido o aeroporto) e de paisagem (proporção e tamanho dos remanescentes arbóreos no entorno do aeródromo), os aeródromos brasileiros tendem a possuir a mesma estrutura em sua comunidade de artrópodes.

A predominância das formigas e gafanhotos em relação aos demais artrópodes é elevado, o que torna ambos insetos como os principais artrópodes disponibilizados como recursos alimentares para os vertebrados terrestres de maior porte que frequentam os aeródromos. Numa análise preliminar da dieta de algumas das aves que representam risco para segurança de aviação (Ferreira, J.B.C., dados não publicados), as formigas estiveram presentes em 100% dos

quatro estômagos de quero-quero (*Vanellus chilensis* (Molina, 1782)) avaliados, ocupando cerca 25% do volume total. Já os carcarás (*Caracara plancus* (Miller, 1777)) apresentaram uma preferência alimentar por gafanhotos, sendo abundantes em todos os sete estômagos avaliados. Formigas e gafanhotos fazem parte da dieta de variadas espécies de animais, tais como falcões (Ordem Falconiformes), gaviões (Ordem Accipitriformes), corujas (Ordem Strigiformes), garças (Família Ardeidae), andorinhas (Família Hirundinidae), andorinhões (Família Apodidae) e de canídeos silvestres (p.ex.: *Cerdocyon thous* Linnaeus, 1766) (CAA, 2013; Coghlan, ML; White, NE; Murray, DC; Houston, J; Rutherford, W; Bellgard, MI; Haile, J; Bunce, M. 2013).

A predominância de formigas e gafanhotos dos aeródromos brasileiros difere dos estudos entomológicos realizados em zonas temperadas. Larvas de besouros escarabeídeos (Família Scarabaeidae) são os artrópodes mais abundantes nos aeródromos da América do Norte (Mackinnon, B; Sowden, R & Dudley, S, 2004; Cleary & Dolbeer, 2005), Europa (CAA, 2013) e Oceania (Pennel & Rolstad, 2010). No Aeroporto Internacional John F. Kennedy em Nova Iorque, bandos numerosos de gaivotas (Família Laridae) são atraídos pela eclosão das larvas de besouros escarabeídeos, os quais são, em sua maioria, espécies exóticas que foram introduzidas na região (Buckley & McCarthy, 1994). Os grupos mais abundantes encontrados por Linnell, MA; Conover, MR; Ohashi, TJ (2009) no Aeroporto de Lihue, no Havaí, que se situa na zona tropical foram: baratas (Família Blattelidae), aranhas (Ordem Araneae) e grilos (Família Gryllidae); sendo que os gafanhotos (Família Acrididae) correspondem ao quarto grupo mais abundante (Linnell, MA; Conover, MR; Ohashi, TJ, 2009). Semelhante ao encontrado em aeródromos brasileiros aqui observados, os gafanhotos da Família Acrididae também foram os artrópodes mais frequentes no Aeroporto Jandakot em Perth, oeste da Austrália, numa região de clima “mediterrâneo” (Coghlan, ML; White, NE; Murray, DC; Houston, J; Rutherford, W; Bellgard, MI; Haile, J; Bunce, M., 2013).

Outros invertebrados fossoriais, tais como: minhocas, caracóis, lesmas, aranhas, centopeias e variadas larvas de insetos também podem estar presentes nas camadas inferiores do solo (Mackinnon, B; Sowden, R & Dudley, S, 2004; Cleary & Dolbeer, 2005; CAA, 2013). Alguns dos aeródromos brasileiros estudados situam-se em zonas de restingas e possuem solo bastante arenoso, devido à proximidade do litoral ou de deltas fluviais. Estes ambientes são propícios para certos artrópodes fossoriais, tais como: baratas (Ordem Blattodea) e larvas de besouros escarabeídeos (Família Scarabaeidae), os quais foram pontualmente visualizadas durante as escavações para instalação das

armadilhas de queda. As camadas superiores dos solos, que contém maior proporção de matéria orgânica, são menos extensas ou profundas nas regiões tropicais, em função da rápida ciclagem de nutrientes nas zonas quentes e úmidas (Begon, Harper & Townsend 1990). Este é um dos fatores determinantes para a maior representatividade dos artrópodes fossoriais como atrativos de fauna nos aeroportos das regiões temperadas (Buckley & McCarthy, 1994; Pennel & Rolstad, 2010).

A homogeneidade das comunidades de artrópodes nos aeródromos estudados deve-se principalmente à manutenção do mesmo padrão de cobertura vegetal em todos os sítios aeroportuários. Segundo as orientações de segurança da Organização Internacional de Aviação Civil (ICAO, 2012), as áreas operacionais devem ter extensos gramados no entorno das pistas de pouso e decolagem, mantidos numa faixa de altura restrita. No Brasil, os aeroportos utilizam algumas poucas espécies de gramíneas (p. ex.: grama-esmeralda *Zoysia japonica* Steud.), o que proporciona a colonização dos artrópodes especializados neste ambiente em variadas regiões brasileiras. A baixa diversidade na cobertura vegetal das áreas operacionais faz com que a riqueza e diversidade de artrópodes diminuam, aumentando a população de poucos grupos (Barras, SC; Dolbeer, RA; Chipman, RB; Bernhardt, GE; Carrara, MS., 2000; Gleizer, H; Bar, P; Bahat, O; Groner, E; Ovadia, O., 2005; Battirola, LD; Marques, MI; Silva, FHO, 2007). Há uma menor abundância e diversidade de artrópodes nas áreas com a dominância de uma única espécie de cobertura vegetal (*Wedelia* sp.), quando comparadas a áreas recobertas com variadas espécies de gramíneas nativas (Linnell, Conover & Ohashi, 2009). A princípio, uma baixa diversidade de artrópodes deve facilitar o estabelecimento de ações de manejo, limitando o objeto focal de atuação. Entretanto, algumas espécies colonizadoras, em condições favoráveis, ocorrem em abundâncias elevadas e, por serem amplamente adaptadas ao meio, podem se tornar grandes atrativos para certas espécies de aves (Begon, Harper & Townsend 1990).

De acordo com as informações observadas neste estudo, o manejo de artrópodes nos aeródromos brasileiros deve focalizar nas Famílias Acrididae (gafanhotos) e Formicidae (formigas), as quais são as mais adaptadas aos ambientes aeroportuários tropicais. O estabelecimento de uma única espécie de cobertura vegetal é uma das estratégias de formas de controle e manejo de algumas espécies de aves, em função da redução da diversidade e abundância de artrópodes (Barras & Seamans, 2002; Washburn & Seamans, 2004; Gleizer, H; Bar, P; Bahat, O; Groner, E; Ovadia, O., 2005; Battirola, LD; Marques, MI; Silva, FHO, 2007; Linnell, Conover & Ohashi, 2009). A manutenção de uma altura mínima em gramados aeroportuários também tem sido efetiva para reduzir o contato visual e a captura de artrópodes por aves de risco em áreas operacionais (Deacon & Rochard, 2000; Mackinnon, B; Sowden, R & Dudley, S, 2004; Friedrich, 2013).

Alguns programas de manejo de fauna em aeródromos têm utilizado pesticidas, inseticidas e outros repelentes químicos como estratégias de controle de artrópodes em sistemas de pistas aeroportuárias (Steele & Renner, 2010; Villareal, 2008). Entretanto, o uso de defensivos químicos pode acarretar em contaminação do lençol freático e outros impactos nocivos sobre a biota local, sendo o seu uso recomendado apenas de forma limitada, em situações específicas e em pequena escala (Harris & Davis, 1998). Os impactos ambientais de inseticidas podem ser reduzidos com o emprego de iscas granuladas, que consiste no uso de um substrato atrativo (porta-iscas; p. ex. polpa cítrica desidratada) em mistura com um princípio ativo tóxico. Tal técnica oferece maior segurança ao operador, pois dispensa equipamentos especializados e permite o tratamento de formigueiros em locais de difícil acesso (Loeck & Nakano, 1984). Plantas com propriedades inseticidas são utilizadas no manejo de pragas em lavouras, as quais apresentam metabólitos secundários com significativa toxicidade a várias espécies de artrópodes. No Brasil, o Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) é a única planta autorizada pelo Ministério da Agricultura como inseticida no combate a lagartas e pragas como nematoides, fungos e bactérias. A principal substância tóxica desta planta é a azadiractina, pode causar inibição da biossíntese de quitina, deformação em pupas; redução na longevidade adultos e na atratividade dos insetos por feromônios. Além da esterilização, inibição de oviposição e mortalidade de formas imaturas e adultas (Koul, O; Isman, MB; Ketkar, CM, 1990; Mordue & Blackwell, 1993; Mordue & Nisbet, 2000). Esta substância é sensível aos raios ultravioletas e solúvel em água ou álcool, sendo eliminada do ambiente em cerca de 20 dias (Martinez, 2002), condição que reduz impactos ambientais nocivos.

Outra estratégia que pode ser efetiva para redução de artrópodes em aeródromos é o controle biológico aplicado, que consiste no uso de espécies nativas para a regulação da abundância de artrópodes por meio de inimigos naturais e agentes bióticos de mortalidade. A ação de parasitoides, predadores e patógenos pode atuar na diminuição da densidade de tipos específicos de artrópodes a um nível mais baixo do que aquele que normalmente ocorreria (De Bach, 1968). O controle biológico aplicado visa manter os insetos-praga em densidades baixas a médio prazo, o que exige ações antecipadas e contínuas (Lazzarini, 2005). Alguns fungos entomopatogênicos são utilizados para o controle de pragas em lavouras, sobretudo no manejo biológico de afídeos, gafanhotos, moscas, besouros, lagartas e ácaros. Estes fungos possuem largo espectro de ação, sendo capazes de colonizar diversas espécies de insetos e ácaros e, também, de causar epizootias em condições naturais (Alves & Lopes, 2008). Na Nova Zelândia, fungos endofíticos (gênero *Neotyphodium*), os quais vivem em associações mutualísticas com algumas espécies de gramíneas (p.ex.: gêneros *Lolium* e *Festuca*), têm sido utilizados com sucesso para controle de fauna em aeródromos. Estes fungos produzem variados alcaloides, os

quais são efetivos para reduzir o número de artrópodes e de aves granívoras. Tais compostos ativos tem a capacidade de induzir vertebrados herbívoros (p.ex.: roedores, pombos e gansos) a terem indigestão após a ingestão de sementes, sendo uma estratégia promissora para o manejo de aves de risco em aeródromos (Pennell & Rolston, 2010; CAA, 2013).

A grande capacidade das aves em geral de se habituarem a diferentes estratégias de manejo, sejam artefatos luminosos, sonoros, repelentes visuais ou, mesmo armadilhas para sua captura; acabam por limitar a efetividade de variadas ações de controle em aeroportos (Harris & Davis, 1998). Assim, o manejo direcionado a artrópodes pode ser bastante eficiente para a redução de presença de animais de maior porte dentro das áreas operacionais dos aeródromos. O uso concomitante de variadas técnicas de manejo pode potencializar o controle específico de animais que oferecem riscos à aviação. Para tal, técnicas de manejo de artrópodes devem ser introduzidas em conjunto com a manutenção da altura dos gramíneas, a melhoria das condições de escoamento e de drenagem de áreas que acumulam água e outras estratégias de controle direto de aves (Buckley & McCarthy, 1994).

As diversas técnicas devem ser adequadas aos animais alvo de manejo, com base no risco que representam à aviação, observando-se a abrangência, a efetividade e a duração destas técnicas. Desta forma, antes de serem utilizadas, as ações devem ser embasadas em programas de monitoramento da fauna para se definir quais as espécies ou grupos de animais são críticos para a redução de colisões com fauna que causem efeitos negativos no voo das aeronaves. Para ser efetivo, é muito importante que todo e qualquer programa de manejo de fauna seja inteiramente integrado às atividades operacionais e de gestão de riscos nos aeródromos.

5 CONCLUSÕES

O inventário das espécies de artrópodes terrestres em dez aeródromos brasileiros indicou que há uma grande homogeneidade das comunidades avaliadas, com ampla dominância de formigas (Família Formicidae) e gafanhotos (Família Acrididae). No entanto, cada aeródromo possui peculiaridades na composição de espécies de artrópodes e similaridades relacionadas à região geográfica em que está inserido. Os aeródromos comparados entre si apresentam valores de riqueza distintos, em contraponto à grande abundância dos mesmos grupos de insetos. A predominância das formigas e gafanhotos em relação aos demais artrópodes deve-se principalmente à manutenção do mesmo padrão de cobertura vegetal em todos os sítios aeroportuários. Assim, o manejo de artrópodes nos aeródromos brasileiros deve focalizar no controle de gafanhotos e formigas, visto que estes estão entre os principais recursos alimentares disponibilizados para os vertebrados terrestres que frequentam os aeródromos. Algumas técnicas de manejo de artrópodes recomendadas incluem a alteração da cobertura

vegetal, o uso de defensivos químicos, de iscas granuladas, de plantas com substâncias inseticidas e o controle biológico com fungos. Para tal, técnicas de manejo de artrópodes devem ser introduzidas em conjunto com a manutenção da altura das gramíneas, a melhoria das condições de escoamento e de drenagem de áreas que acumulam água e outras estratégias de controle direto de vertebrados terrestres que oferecem riscos à aviação. As ações de manejo de artrópodes em aeródromos devem ser embasadas em programas de monitoramento da fauna e também devem ser integradas às atividades operacionais e de gestão de riscos.

AGRADECIMENTOS

Este estudo foi realizado através do Programa Fauna nos Aeroportos Brasileiros, convênio entre o Centro de Apoio Desenvolvimento Científico e Tecnológico [CDT] da Universidade de Brasília [UnB] e a Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária [Infraero]. Os autores agradecem a todos os funcionários da Infraero e integrantes do Programa que colaboraram na realização deste estudo. Agradecemos também à bióloga Rossana de Paula Vilamiu e à médica veterinária Nárjara Veras Grossmann pelas contribuições no manuscrito.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, SB; Lopes, RB. (2008) *Controle Microbiano de Pragas na América Latina: Avanços e Desafios*, FAELQ: Piracicaba – SP, 414 pp.
- Allan JR. (2002) The costs of bird strikes and bird strike prevention, In: Clark L. (Ed.) *Human conflicts with wildlife: economic considerations. Proceedings of the 3rd NWRC Special Symposium (1-3 August 2000; Fort Collins – CO)*. National Wildlife Research Center, Fort Collins, pp. 147-153.
- Barras, SC; Dolbeer, RA; Chipman, RB; Bernhardt, GE; Carrara, MS. (2000) Bird and small mammal use of mowed and unmowed vegetation at John F. Kennedy international airport, 1998 to 1999, *Proceedings of the Vertebrate Pest Conference*, Vol. 19, pp. 31-36.
- Barras, SC; Seamans, TW. (2002) Habitat management approaches for reducing wildlife use of airfields, *Proceedings of the Vertebrate Pest Conference*, Vol. 20, pp. 309–315.
- Battirola, LD; Marques, MI; Silva, FHO. (2007) Composição da comunidade de artrópodes associada a copa de *Attalea phalarata* Mart. (Arecaceae), durante o período de cheia no pantanal Poconé, Mato Grosso, Brasil, *Neotropical Entomology*, Vol. 36, pp. 640-651.
- Begon, M; Harper, JL; Townsend, ECR. (1990) *Ecology: Individuals, Populations and Communities*, 2nd Ed., Blackwell Scientific Publications.
- Brower, JE; Zar, JH. (1977) *Field and laboratory methods for general ecology*, 2nd Ed. Wm, C. Brown Publishers, USA.
- Buckley, PA; McCarthy MG. (1994) Insects, vegetation, and the control of laughing gulls (*Larus atricilla*) at Kennedy International Airport, New York City, *Journal of Applied Ecology*, Vol. 31, No. 2 (May, 1994), pp. 291-302.
- Civil Aviation Authority [CAA]. (2013) CAP 772 - *Aerodrome Wildlife Strike Hazard Management and Reduction*. United Kingdom, 94pp.
- Cleary, EC & Dolbeer, RA. (2005) *Wildlife hazard management at airports*. FAA/US Department of Agriculture. Washington, D.C. 248 pp.
- Dao-De, Y; Zhi-Qiang, Z; Mao-Wang, H. (2010) Ranking birdstrike risk: A case study at Huanghua International Airport, Changsha, China, *Acta Ecologica Sinica*, Vol. 30, pp. 85–92.
- De Bach, P. (1968) *Control biologico de las plagas de insectos y malas hierbas*, México: Compañia Editorial Continental.
- Dolbeer, R; Wright, S; Cleary, E. (2000) Ranking the hazard level of wildlife species to aviation. *Wildlife Society Bulletin*, Vol. 28, No. 2, pp. 372-378.
- Coghlan, ML; White, NE; Murray, DC; Houston, J; Rutherford, W; Bellgard, MI; Haile, J; Bunce, M. (2013) Metabarcoding avian diets at airports: implications for birdstrike hazard management planning, *Investigative Genetics*, Vol. 4, No. 27, pp. 1-10.
- Deacon, N, Rochard, B. (2000) Fifty years of Airfield Grass Management in the UK. *Proceedings of the 25th Meeting of the International Bird Strike Committee*, Amsterdam, Netherlands.
- Friedrich, F. (2013) *Manejo de Vegetação como Estratégia para a Redução da Incidência do Quero-quero (Vanellus chilensis) em ambiente aeroportuário*, Dissertação de Mestrado, Pós-graduação em Meio Ambiente e Saúde da Universidade da Região Joinville.
- Froneman, A; Van Rooyen, M. (2003) The successful implementation of a border collie bird scaring program at Durban International Airport, South Africa, *Proceedings of the 26th Meeting of the International Bird Strike Committee*, Warsam, Poland.
- Gleizer, H; Bar, P; Bahat, O; Groner, E; Ovadia, O. (2005) The effect of habitat productivity and structure on bird spatial distribution in an airfield located at a semi-arid region. *Proceedings of the 27th Meeting of the International Bird Strike Committee*, Athens, Greece.
- Google Corporation. (2014) *Google Earth – a 3D interface to the planet*, Vol.7.1, Available at: <http://earth.google.com/> [06 Feb 2014].
- International Birdstrike Committee [IBSC]. (2006) *Recommended Practices no. 1: Standards For Aerodrome Bird/Wildlife Control*, International Birdstrike Committee, 19pp, Available at: http://www.int-birdstrike.org/Best_Practice.htm [10 Out 2012].
- International Civil Aviation Organization [ICAO]. (2012) Doc. 9137: *Airport Services Manual, Part 3 — Wildlife Control and Reduction*, 4th Edition, Montreal, Quebec, Canada. ICAO, 56pp.
- Harris, RE; Davis, RA. (1998) *Evaluation of the efficacy of products and techniques for Airport Bird Control*, LGL

- Report TA2193, LGL Limited, Environmental Research Associates.
- Kottek, M; Grieser, J; Beck, C; Rudolf, B; Rubel F. (2006) World Map of the Köppen-Geiger Climate Classification Updated, *Meteorologische Zeitschrift*, Vol. 15, No. 3, pp. 259-263.
- Koul, O; Isman, MB; Ketkar, CM. (1990) Properties and uses of neem, *Azadirachta indica*, *Canadian Journal of Botany*, Vol. 68, No. 1, p. 1-11.
- Lazzarini, GMJ. (2005) *Efeito da umidade sobre a germinação in vitro de Beauveria bassiana e Metarhizium anisopliae e atividade contra Triatoma infestans*, Dissertação de Mestrado, Pós-Graduação em Parasitologia - Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 46pp.
- Linnell, MA; Conover, MR; Ohashi, TJ. (2009) Using wedelia as ground cover on tropical airports to reduce bird activity, *Human-Wildlife Conflicts*, Vol. 3, No. 2, pp. 226-236.
- Loeck, AE; Nakano, O. (1984) Efeito de novas substâncias visando o controle de saúveiros novos de *Atta laevigata* (Smith, 1858) (Hymenoptera - Formicidae). *O Solo*, Vol. 1, pp. 25-30.
- Mackinnon, B; Sowden, R & Dudley, S. (2004) *Sharing the Skies: An Aviation Industry Guide to the Management of Wildlife Hazards*, Transport Canada, Ottawa, Canada, 270pp.
- Martinez, SS. (2002) *O Nim – Azadirachta indica: natureza, usos múltiplos*, Produção, Londrina: IAPAR, 142pp.
- Moeed, A. (1976) Birds and their food resources at Christchurch International Airport, New Zealand, *New Zealand Journal of Zoology*, Vol. 3, No. 4, pp. 373-390.
- Mordue, AJ; Blackwell, A. (1993) Azadirachtin: an update, *Journal of Insect Physiology*, Vol. 39, No. 11, pp. 903-924.
- Mordue, AJ; Nisbet, A. (2000) Azadirachtin from the Neem tree *Azadirachta indica*: its actins against insects, *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, Vol. 29, No. 4, pp. 615- 632.
- Negret, AJ; Negret, RM. (1980) *As aves migratórias do Distrito Federal*, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, Boletim Técnico n. 6, Brasília, DF.
- Pennell C; Rolston P. (2010) The potential of specialty endophyte-infected grasses for the aviation industry, *Proceedings of the 29th Meeting of the International Bird Strike Committee*, Cairns, Australia.
- Robinson, AP. (2005) Modelling the birdstrike risk from hazardous birds attracted to restored mineral extraction sites, *Proceedings of the 27th Meeting of the International Bird Strike Committee*, Athens, Greece.
- Silva, RS; Olmos, F. (2007) Adendas e registros significativos para a avifauna dos manguezais de Santos e Cubatão, SP, *Revista Brasileira de Ornitologia*, Vol. 15, No. 4, pp. 551-560.
- Soldatini, C; Georgalas, V; Torricelli, P; Albares-Barajas, YV. (2010) An ecological approach to birdstrike risk analysis, *European Journal Wildlife Research*, Vol. 56, pp. 623–632.
- Steele, W.; Renner, S. (2010) Reducing the Incidence of BirdStrikes Involving High Risk Species at Melbourne Airport, Australia, *Proceedings of the 29th meeting of the International BirdStrike Committee*, IBSC Cairns, Australia.
- Systat. (2014) *SYSTAT version 13 for Windows*, Chicago, IL: SPSS.
- Thorpe, J. (1996) Fatalities and destroyed civil aircraft due to bird strikes 1912–1995. *Proceedings of Bird Strike Committee Europe*, Vol. 23, pp. 17-31.
- Thorpe, J. (2005) Fatalities and destroyed civil aircraft due to bird strikes 2002–2004 (with an addendum of animal strikes), *Proceedings of the 27th Meeting of the International Bird Strike Committee*, Athens, Greece.
- Thorpe, J. (2012) 100 Years of Fatalities and Destroyed Civil Aircraft due to Bird Strikes, *30th Meeting of the International Bird Strike Conference*, Stavanger, Norway.
- Villareal, LMA. (2008) *Programa Nacional de Limitación de Fauna en Aeropuertos [SIGESOA-FAUNA]*, Version II, República de Colômbia, 104 pp.
- Washburn, BE; Seamans, TW. (2004) Management of vegetation to reduce wildlife hazards at airports, *FAA Worldwide Airport Technology Transfer Conference*, Nova Jersey, USA.
- Zar, JH. (1984) *Biostatistical Analysis*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.