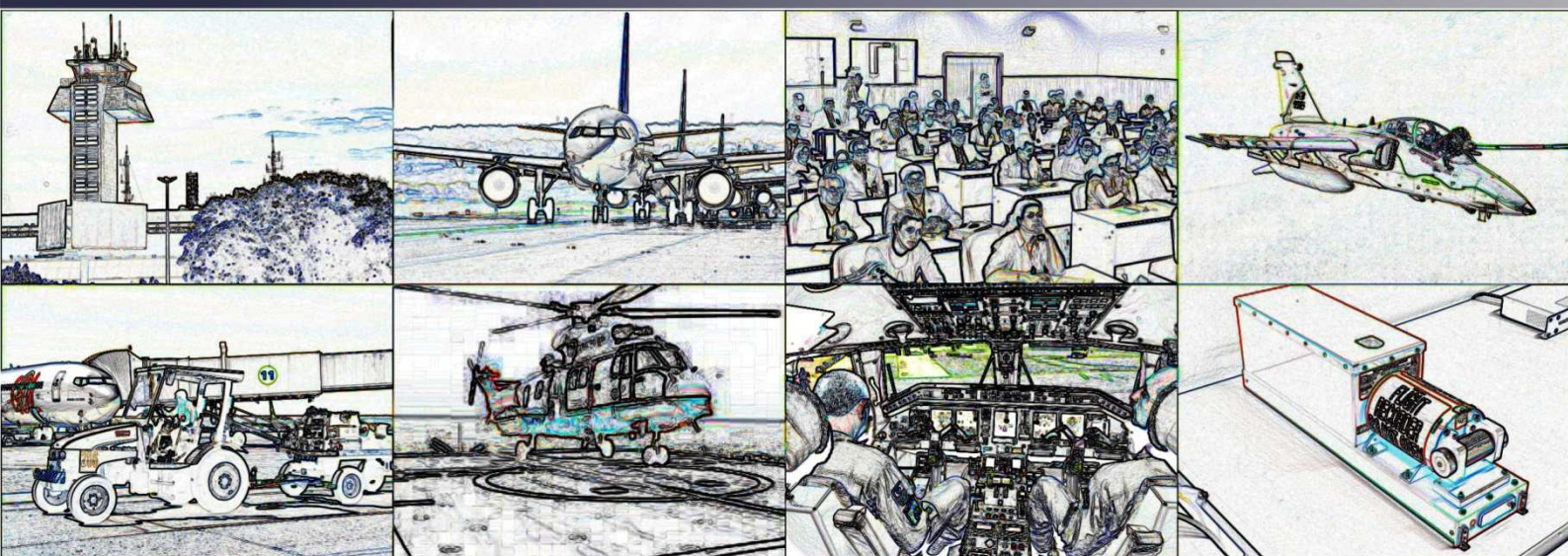


# CONEXÃO SIPAER



Revista Científica de Segurança de Aviação



**Edição Especial – Risco Aviário e Fauna**

**Revista Conexão Sipaer, Volume 5, Número 1 – Jan/Abr 2014**

## **Conexão SIPAER**

A Revista Conexão SIPAER é uma publicação científica periódica, editada eletronicamente pelo Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos com o objetivo de promover a disseminação da informação técnico-científica produzida por pesquisadores e profissionais da área da Ciência Aeronáutica e ciências afins, voltada para a Segurança de Voo, com foco nas atividades de investigação e prevenção de acidentes aeronáuticos.

## **Endereço postal**

Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos – CENIPA  
SHIS – QI 05 – Área Especial 12  
VI COMAR – Lago Sul  
Brasília – DF  
BRASIL  
CEP: 71.615-600

## **Contato**

Telefone: +55(61)3364-8846  
Fax: +55(61)3364-8800  
E-mail: [conexaosipaer@cenipa.aer.mil.br](mailto:conexaosipaer@cenipa.aer.mil.br)

## **WEBPAGE**

<http://inseer.ibict.br/sipaer/index.php/sipaer/index>

O conteúdo e as opiniões expressas nos textos publicados são de inteira responsabilidade de seus autores. O periódico terá direitos autorais reservados sobre os trabalhos publicados sendo permitida a reprodução ou transcrição com a devida citação da fonte.

Nenhum conceito emitido dever ser utilizado diretamente na atividade aérea caso contrarie legislação, regulamentação ou manual de voo emitido ou certificado por autoridade competente.

R747

Revista Conexão SIPAER / Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. v. 5, n. 1 (abr. 2014), Brasília: CENIPA, 2014.

Quadrimestral

Modo de acesso: <http://inseer.ibict.br/sipaer>

ISSN: 2176-777 (versão on-line)

1. Ciências Aeronáuticas. 2. Segurança de Voo. I. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos.

CDU 355.354

# SUMÁRIO

## *Editorial*

- Can Brazil make the difference in reducing the wildlife strike risk? 1-2  
Rob van Eekeren
- Wildlife strike prevention: a mainstream safety issue 3-7  
Albert de Hoon  
Henrique Rubens Balta de Oliveira

## *Risco Aviário e Fauna*

- Applying SMS and sustainability principles to airport wildlife hazard management 8-21  
Dionysios Ntampakis  
Thomas Biermann
- Relação entre resíduo sólido urbano e urubus-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*):  
um perigo para as aeronaves no Aeroporto de Ilhéus (SBIL) 22-29  
Weber Galvão Novaes  
Martin Roberto Del Valle Alvarez
- Avaliação do risco de fauna no Aeroporto de Aracaju – Santa Maria,  
Sergipe: bases para mitigação do risco de colisões com fauna 30-42  
Juan Manuel Ruiz-Esparza  
Alexsandro Machado Conceição  
Caroline Silva  
Mônica Alves  
Hilderley de Almeida Santos  
Diego Santos Tavares
- O papel do médico veterinário no gerenciamento do risco de fauna em aeródromos 43-47  
Nárjara Veras Grossmann  
Weverton Souza Bandeira Mota  
Diogo Cristo da Silva e Silva  
Rebecca Martins Cardoso

## *Traduções*

- Programas de gerenciamento de risco de fauna em aeródromos: o que funciona? 48-56  
Kylie Patrick  
Phil Shaw
- Responsabilidade pessoal e corporativa em consequência de colisões com aves:  
uma consideração com altos custos 57-70  
Larry A. Dale
- Técnicas de identificação forense para colisão com aves utilizadas na  
investigação do acidente no Aeroporto de Wiley Post, Oklahoma, 2008 71-79  
Carla J. Dove  
Nor Faridah Dahlan  
Marcy Hecker

# Can Brazil make the difference in reducing the wildlife strike risk?

Rob van Eekeren<sup>1,2</sup>

1 Executive Director, World Birdstrike Association

2 [robvaneekeren@gmail.com](mailto:robvaneekeren@gmail.com)

## “How safe and efficient is my flight?”

Passengers like a cheap, safe and on-time flight. Finding out the cheapest flights is easy via the world-wide-web or local travel agent. A Google search of “Cheap flights Brazil” gives, for example, 11,800,000 hits. On-time performance is a bit more challenging, but nowadays internet travel sites such as [www.flightstats.com](http://www.flightstats.com) can provide passengers with these statistics as well.



**Figure 1:** Cancellations & Delays in air transport

However, passengers normally do not study safety statistics before booking a specific flight. Even when they would like to, getting representative statistics poses a big challenge. Apparently, aviation authorities provide passengers’ safety oversight. Whilst in a specific flight passengers rely on the Captain’s performance. This system has proven very successful since aviation is by far the safest means of transport.

## “What is the wildlife strike risk for my flight?”

Notwithstanding the excellent aviation record, passengers are very interested in a safe flight. Since I have become involved with bird/wildlife strikes, people ask me if birds and other animals are really a danger for aircraft. Trying to answer this question, I went on the Internet with full confidence in modern aviation transparency to find the answer. When searching for “global wildlife strikes to civil aircraft 2012” I get links related to the FAA, AAWHG and WBA. The search via “annual bird strike report 2012” produces the same type of pop-ups, together with annual safety reports of some airports. Narrowing the search to “ICAO IBIS annual report 2012”, the hits are many, but none of them gives me what I want. Not even one! The most recent global statistics available are the ones presented in the 2001-2007 IBIS Electronic Bulletin issued by ICAO in 2009.

The conclusion is staggering and frightening! Apparently, worldwide transparency is lacking and even after almost 25 year of data collection, short global data is available. Some nations might and others will have reliable

data, covering their own territories. However, as we all know, human-made borders do not restrict wildlife and, especially, birds. Every year, migrating birds might cross over 25 national borders during their journeys. Also, aircraft cross international borders. Therefore national annual bird strike reports (when they exist) have a limited value, if not used together. Another interesting question is that if there is no, or in the best case, limited statistical data, how can the appropriate authority perform adequate oversight? Is it possible, therefore, that the trust of the traveling public in adequate oversight by the authorities is not being realistic?

An alternative solution for the lacking of statistical methods could be the risk assessment via “best expert judgement”. There are many wildlife strike experts in the world. Each with a different background, skills and interests. Some of them sell products they consider as being the “silver bullet” in solving the wildlife strike problem. Others gather data for scientific research, whilst another group is interested in dealing with liability. During bird/wildlife conferences, these specialists meet and exchange ideas. Great! However, will it help me to answer the question above? What is the factual wildlife strike risk for passengers? Not really, 100 people have 100 opinions, especially when they are not structured and organized.

Another method is through accident and incident investigation. A good accident/serious incident report will identify risk factors. Luckily, wildlife strikes have resulted in relatively low quantity of serious accidents when compared to other causes (e.g. safe runway operations). Some of these reports are made available for the public. However, the question is whether these reports are representative for the worldwide wildlife strike risk or not. Sure, after a serious incident or accident, media might choose to address the wildlife problem. However, time will heal the wounds and, after a period, the topic is old news and is forgotten again. The traveling public relies thereafter on the appropriate authorities to overview the system for them so that the corrective actions are undertaken. Leaving the basic question on the real bird strike risk still unsolved.

The only way to understand the risk posed by wildlife strike to aviation is to combine objectively and in a fully transparent manner *worldwide data* with *opinions of selected and amongst-peers accepted experts*, and with *data derived from accident and incident reports*. Thus, this three-step-approach is necessary to establish the wildlife strike risk for Aviation. Only reliable data will allow the adoption of realistic and effective measures to reduce the risk.

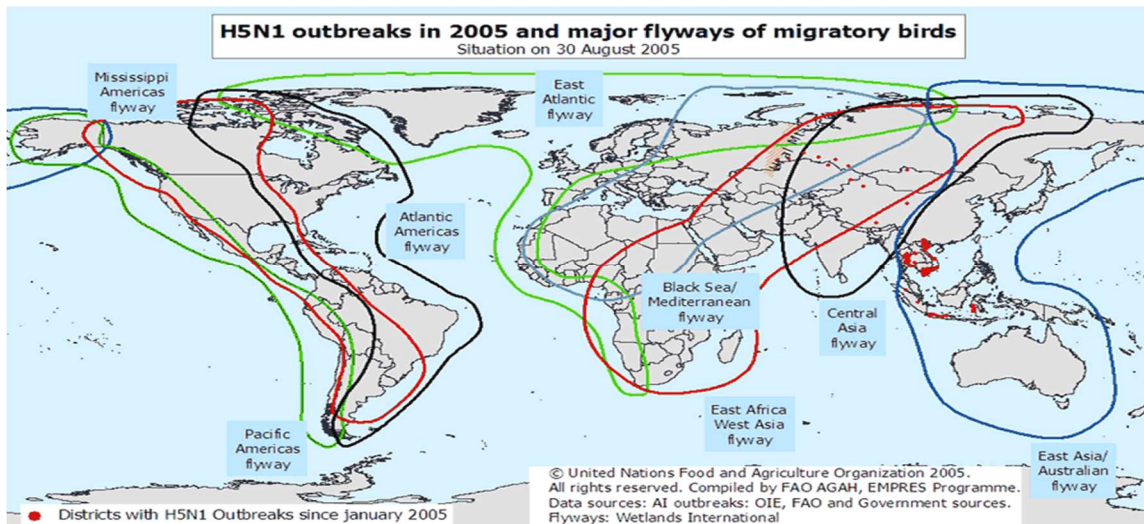


Figure 2: Bird migratory routes around the globe

**ICAO Bird Strike Information System**

Migrating birds do not stop at national borders. Therefore, a worldwide organization should be responsible for collecting and disseminating all data. Logically, such organization should be ICAO.



Figure 3: Fatal birdstrike accident in Katmandu (2012)

The ICAO Bird Strike Information System (IBIS) was established almost 35 years ago in 1979 (last revision 1989). Looking back, however, it appears that over the past 35 years, ICAO has not been successful in achieving a worldwide, up-to-date, transparent and objective database yet. So the question is: do we have to wait another 35 years? Or would it be time for the global aviation sector and the leading aviation authorities to take adequate initiative? Only these stakeholders have the power to either motivate ICAO to act effectively or to take themselves the initiative. How can Brazil help about that?

**“How could Brazil make the difference?”**

During the last five years, Brazil has been achieving an impressive economic development, leading to a quick increasing of its national aviation system. This condition has led Brazil to become one of the potential leading nations in

Civil Aviation worldwide. On the other side of the wildlife strike problem, fauna and flora are incredibly huge and important in Brazil. The South American Giant has shown as well an impressive population growth concentrated in a few extremely populated areas, facing the challenge to reach a balance between economy, ecology and flight safety. Therefore, I believe Brazil should play a major and even a leading role. Could Brazil thus make the difference? I think the answer is “yes”!

A roadmap to achieve this may begin with the identification of the wildlife strike risk in Brazilian aviation, followed by setting a smart example while dealing with environment conservation, passenger’s safety and economy. Could Brazil do that alone? Probably, as much as other big countries, Brazil can. Nonetheless, working beyond national borders would be better. Even better would be to work in an interdisciplinary fashion together with other entities. That means involving stakeholders from the aviation sector (airports, aircraft operators, air service providers), bird strike industry, environment organizations, and authorities. In a country environment, this group is the national wildlife strike committee.

At a global scale, the World Birdstrike Association (WBA) has exactly this intention, while bringing all these stakeholders together. The WBA believes that only a global and interdisciplinary approach will elevate the prevention of wildlife strikes to the next level. The WBA is willing to serve as a catalyst in three areas. **First:** stimulate authorities to start truthfully working together towards a transparent and up-to-date worldwide database. **Second:** stimulate the setting up of a worldwide group of specialists recognised and accepted by peers. **Third:** help to bridge the gap between aviation and environment organizations. This latter requires the will of the aviation industry, science, operators, ecologists and authorities to work together on a global scale.

**Brazil could make the difference in realizing this vision by setting an example. Wildlife deserves it, economy deserves it and, most importantly, all passengers deserve it.**

# Wildlife Strike Prevention: a mainstream safety problem

Albert de Hoon<sup>1,3</sup>, Henrique Rubens Balta de Oliveira<sup>2</sup>

1 Nature & Environmental Policies, Military Aviation Authority, PO Box 20701, NL-2500 ES, The Hague, The Netherlands

2 Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos, SHIS QI5, AE 12, Lago Sul, 71615-600, Brasília/DF

3 [birds@mindef.nl](mailto:birds@mindef.nl)

Birds have always inspired aircraft designers, but they are also one of the threats jeopardizing the safety of aircraft, their crews and passengers. Is it not ironic? Since the Wright brothers, aircraft have been colliding with birds and other animals, in so-called wildlife strikes. At this very moment, while you are reading this, wildlife strikes are occurring at many places around the world, both at airports and in the wider airport vicinity and military aircraft are striking birds en-route when performing low level navigation.

The majority of wildlife strikes have no effect on the flight of the aircraft. However, the struck animals are less fortunate. Occasionally wildlife strikes can put the safety of passengers, crews and population on the ground at stake. Costs are high when operations are affected and when aircraft are damaged.

As a worldwide problem, professionals around the globe have been working on this issue for several decades and have been uniting efforts in sharing experiences, methods, measures and policies to decrease this risk. To get the best result, all stakeholders must work together – it is not an issue to be addressed only by aerodrome operators.

## World Birdstrike Association – The New IBSC

Since 1966, the International Bird Strike Committee (IBSC) has held biennial meetings, sharing information and best practices. In 2008, Brasília hosted an excellent combined IBSC and Caribbean meeting (CAR)/South American (SAM) Bird and Wildlife Hazard Prevention Committee (CARSAMPAF).

In January 2012, the IBSC Steering Committee decided to “rebrand, reinvigorate and reposition the IBSC to more than just a sharing information institution”. The objective is to build a membership association, steered by a committee, including a name change in order to bring aviation stakeholders such as the International Federation of Airline Pilots Association (IFALPA), International Air Transport Association (IATA), International Council of Aircraft Owner and Pilot Associations (IAOPA), etc. to work with the IBSC community.

At the Stavanger (Norway) IBSC meeting in June 2012, the World Birdstrike Association (WBA) presented its eight goals:

1. Establish a solid and transparent financial structure;
2. Improve and modernize the website;
3. Establish a “0” starting point and an agreed norm for the wildlife strike risk;
4. Raise all stakeholders’ awareness in order to work together to reduce the wildlife problem;

5. Set up and maintain a database, peer reviews, recommendations, papers, etc;
6. Become the quality assurance certification agency;
7. Develop, in close cooperation with the stakeholders, an action plan; and
8. Gain International Civil Aviation Organization (ICAO) support and recognition.

The WBA website ([www.worldbirdstrike.com](http://www.worldbirdstrike.com)) was created in December 2012. Five months later, thirty-eight people representing twenty-five different organizations attended the kick-off meeting for the Joint Global Action Plan on the reduction of bird/wildlife strikes. The Brazilian Civil Aviation Agency (ANAC) was present, as were ICAO (via teleconference), civil and military aviation authorities, bird strike committees, aircraft manufacturers, IFALPA and IATA. The key outcome of the meeting was the development and acceptance of the following agreed Statement of Intentions:

- In principle, we are supportive of the intention to develop, together with the other signees of this statement, a Joint Global Action Plan on the Reduction of the Bird/Wildlife Strike Risk to Aviation.
- This industry and environmental initiative aims to increase flight safety whilst respecting nature and wildlife.
- This Action Plan concentrates on integrating existing best practices whilst encouraging innovation and aims at measurable results.
- It will contain clear, well-addressed to-the-point recommendations and practical guidance material.
- It serves also as a source of “continuous education and enhancement”, inspiring stakeholders and authorities in all aviation regions.

## Aircraft Characteristics and Wildlife Strikes

In the past, aircraft flew at lower speeds and had propeller-powered engines that projected the engine noise forward. Wildlife heard the aircraft approaching at an earlier point in time, giving it time to respond and get out of the way. Modern aircraft are faster, and the turbofan-powered jet engines primarily project produced noise backwards, away from the wildlife in the flight path. As a result, wildlife hears the approaching aircraft later and has less time to respond. In addition, aircraft size has increased over time, resulting in a larger area with which wildlife can collide.

There are a few factors influencing the extent of damaging wildlife strikes:

- *Phase of flight* – damage is more likely to occur during take-off when the aircraft is accelerating and the engine setting is higher;
- *Part of the airplane* – the resistance varies among the different parts; and
- *Number and size of wildlife* – certification requirements may be not sufficient or more than one component may be damaged.

The high speed of modern aircraft gives wildlife and crew very little time to avoid the collision. The impact energy is estimated by *kinetic energy of impact* =  $\frac{1}{2} \times \text{bird mass} \times \text{squared velocity}$ . When aircraft strike a single bird of 4 kilograms at 145 knots, the kinetic energy equals to a car hitting a 25-kilogram block of concrete speeding at 100 km/h (to compare; a small pebble can crack a car's windshield).

Wildlife species that are heavy and congregate in flocks are the most hazardous. Jet engines are designed to resist wildlife ingestion weighing 1.85 kg for small inlets and up to 3.65 kg for large inlets. However, many wildlife species at and around airports exceed these masses, either individually or collectively in flocks, and therefore engine limits may be overcome as exemplified by the *Hudson Miracle* on January 15<sup>th</sup>, 2009.

### **Wildlife at Airports**

General public perception often believes that wildlife are randomly present at any place. However, when studying wildlife, it becomes apparent that the opposite is true. Driven by a need for food, water and shelter, wildlife visit specific locations, at specific times, and for specific reasons.

Airports attract all types of wildlife that are a hazard to aircraft. The most important attractants inside aerodromes are plants and animals that are linked with each other in an aerodrome-food-chain. Plants, grasses and seeds are eaten by insects, worms and other invertebrates, which are in turn eaten by rodents, reptiles and amphibians. At all these levels, birds and other wildlife are attracted. In turn, wildlife killed by aircraft attracts scavengers like vultures. Apart from carcasses, scavengers are also attracted by organic waste in garbage bins, landfills and other garbage disposal sites, which are sometimes located adjacent to airports, stimulating the movement of birds to infringe aircraft flight paths.

### **Guidance on Wildlife Strike Prevention**

Aviation safeguarding is the main objective of ICAO. In order to achieve this goal, ICAO issues Standards and Recommended Practices (SARPs). Standards shall be implemented by the 191 ICAO member states, including Brazil, and Recommended Practices are their recommended way to reach the targets. Just like many other issues addressed by SARPs, wildlife strike prevention is a complex issue that requires specialist knowledge. In 2003, ICAO upgraded the Recommended Practices on wildlife strike

prevention into Standards, detailed in ICAO Annex 14, Volume I, Chapter 9.4. This means that these Standards are no longer optional and their implementation is mandatory.

The ICAO Airport Services Manual, Part 3, is the manual on 'Wildlife Control and Reduction' (Doc 9137) and provides further guidance material to manage wildlife strikes. The fourth edition of Doc 9137 was updated in 2012, with the previous edition dating back 20 years. Many improvements to Doc 9137 include the clarification of vegetation management, data collection and training for aircraft operators, air traffic control and airport operators, amongst others, making this Doc one of the most important guidelines for wildlife strike prevention around the world. Other important focuses in the fourth edition are the detailed training requirements on "*competent personnel*" and the provision of details on what is "*an appropriate authority*".

The ICAO standards focus on three processes:

1. Collecting information on the presence of living wildlife and wildlife strikes;
2. Ongoing risk assessments of the wildlife strike hazard; and
3. Measures to minimize the likelihood of wildlife strikes.

### **Collecting information on wildlife – the 5 W-questions**

Long term wildlife monitoring clarifies that many factors contribute to their presence or absence. Collecting that information to answer five key questions will provide insight about the number, location and behaviour of wildlife at airports, and provide solid data for risk assessments. We refer to the five questions as the '5 W-questions' (Table 1).

The *Why*-question is the most important because it provides information about the nature of the wildlife attractant. This way of thinking is also necessary for processing biological remains from a strike, showing why it is important to identify the species through DNA or feather analysis. With this information, ways to eliminate or mitigate these attractants on or off-aerodrome may be developed to discourage specific species from visiting or transiting through the aerodrome.

As the Table 2 shows, the spread sheet can be customized to register the results of mitigating actions and any other comment. Such data may assist in demonstrating due diligence by an airport operator involved in a legal dispute related to wildlife strikes.

Doc 9137 states that wildlife events shall be recorded on a wildlife form or by national reporting guidelines. Despite the ICAO standards, it appears that the vast majority of wildlife strikes go unreported, often due to lack of a functional reporting system, or because reports are not submitted annually to ICAO. Brazil commenced the latter in 2009.

Information about the struck wildlife, such as the species and number of individuals, is often missing in submitted reports. Although, this is unavoidable in some instances, particularly where a carcass is not located.

**Table 1:** The 5W-Questions for wildlife management at airports

W-Question	Information needed	Example #1	Example #2
When?	Date & Time	Lapwings (at dawn & dusk)	Lapwings (all day)
Where?	Location	Rock Doves (on the runway)	Rock Doves (inside the hangar)
Which species?	Body mass	Horned Screamer	Barn Swallow
What number?	Group size	Cattle Egrets (51-100 individuals)	Cattle Egret (1 individual)
Why?	Activity	Vulture (feeding on a runway carcass)	Vulture (hovering over the runway)

**Table 2:** Example of wildlife data collected at airports

When		Where	Which	What	Why	Harassment	Results/Comments
Date	Time	Location	Species	Number	Activity	Action taken	
14/02/2014	07:00	THR14	Cattle Egret	12	Eating	Shell crackers	Left airside
14/02/2014	07:16	RWY05	Rock Dove	50	Foraging	Cattle whip	Left airside
14/02/2014	08:05	RWY02	Black Vulture	4	Flying	No action	Left airside
14/02/2014	08:06	PLOT09	Southern Lapwing	5	Struck	Removed	Vultures hovering

However, even when a carcass is observed, the species and number are still not recorded. Without this crucial information about wildlife strikes, developing and evaluating effective wildlife hazard management plans (WHMP) is very difficult.

**Risk Assessment**

Risk assessment considers the input data as two variables:

- *Probability* – likelihood of a strike to occur; and
- *Severity* – related to the scale of the damage in relation to the size and number of species struck.

The probability of collision may vary even within species. Females and males can behave differently in the same location and can undertake different activities which influence their time airside. Furthermore, juveniles with less airside experience are more likely to be struck compared to more airport-savvy adults. The experience concept also applies for wildlife visiting a particular airport for the first

time, such as migration season arrivals. These newcomers may not react the same way as the wildlife that permanently resides in the airport environment.

The outcome of the risk assessment matrix will make it possible for a wildlife control unit to prioritise the most hazardous species in the implementation of the WHMP. Prioritisation by a wildlife control unit will also signal to the airport administration that the unit appreciates the importance of cost-effective measures in a world of scarce financial and human resources.

The Figure 1 provides an example of how to allocate probability and severity in a risk matrix. The species placed in the red box are most hazardous to this particular airport, and the ones in green are the least hazardous.

Presenting the risk assessment in this manner also has the advantage of aligning with the management methodology of Safety Management Systems (SMS) framework adopted by ICAO.

**Table 3:** Example of a risk assessment matrix (3 X 4) used for wildlife management at airports

		Severity (damage risk ~ total body mass in kilograms per strike)			
		Very high	High	Medium	Low
Probability (likelihood of a strike ~ the number of strikes)	High		Black Vulture	Southern Lapwing	Barn Swallow
	Medium			Cattle Egret	
	Low	Greater Rhea	Horned Screamer		House Sparrow

**Minimising the Likelihood**

At many airports, wildlife strike prevention is only taken to a professional level after a wildlife strike with substantial damage or even fatalities – so called Tombstone Management (reactive management). Significant strikes that act as a ‘wake-up call’ may lead to the considerations presented in the Table 4 by airport management personnel.

**Vegetation Management**

Besides the organic food found in waste, all other food is connected in the aerodrome-food-chain, starting with

vegetation. Because food is one of the most important attractants, vegetation management is a crucial aspect of wildlife strike prevention.

The removal of all airside vegetation would eliminate all food that lives in the vegetation, but small soil invertebrates (earthworms, insect larvae, etc) would still be present and thus hazardous wildlife feeding on them would still be attracted. Because plants and grasses can re-grow quickly, depending on the soil and rainfall of a particular aerodrome, removing the vegetation is not a sustainable solution. Furthermore, vegetation prevents surface erosion and keeps debris (FOD) away from the runway.



**Table 4:** Doubts and considerations about wildlife strike management at airports

Question	Consideration
Kill hazardous wildlife?	A dead animal will not represent a risk to aviation unless it becomes a source of food. While the airport habitat is still attractive with food, water or shelter, opportunistic newcomers will soon show up. They may be even more dangerous, since they are not familiar with the airport environments or they may be heavier and flock more than their antecedents
Scare wildlife away?	Many devices to scare wildlife away are available for purchasing and often the seller promotes them as the best solution for all situations. Unfortunately, the ‘silver bullet’ does not exist. When not properly applied, wildlife habituates quickly to any scaring device
Who has to do it?	ICAO stresses that it is necessary for wildlife control personnel to be competent and trained (see Doc 9137, Section 4.2.1.a.) as part of the airport safety management system
How to eliminate their access to food, water and shelter?	To successfully discourage wildlife from visiting the aerodrome, it is necessary to eliminate, or inhibit access to their attractants (i.e. food, water, shelter). Attractant management coupled with active harassment of stubborn individuals has proven the most successful approach

The height and density of vegetation affects the visibility and accessibility of food. Tall, dense vegetation can inhibit access, inhibit prey detection, and reduce predator detection. Which height and density to aim for depends on the size and manoeuvrability of the hazardous wildlife as well as the vegetation and soil types present on the airfield. Trees and larger shrubs should be removed since they may hamper aircraft that skids off the runway. Furthermore, it is necessary to assess at which extent tall vegetation obstructs the Instrumental Landing System (ILS), exceeds Obstacle Limitation Surfaces (OLS) vertical markings and lights. The ILS and approach lights are usually close to the runway so animals in these areas pose a direct hazard to aviation.

Vegetation also provides shelter for wildlife. Species that like to hide in the vegetation may become invisible to their enemies. Such species avoid areas with short vegetation or bare soil. Therefore, these ‘agoraphobic’ species are not likely to enter the runway where predators may see them easily (quails for instance). While, other wildlife species prefer short vegetation or bare soiled areas. These ‘claustrophobic’ species avoid dense, tall vegetation, relying on their ability to see approaching predators well in advance to enable them rely on their camouflage plumage and remain motionless, or to flee, or even to counter attack them (lapwings for instance). Generally, species that prefer flat open areas such as short grass, bare soils or sealed areas like runways and taxiways, can present the greatest strike risk.

**Wildlife Control Unit**

Vegetation management does not manage all species on airports. Therefore, Wildlife Strike Prevention Units are necessary to actively harass and disperse wildlife. These teams, composed of dedicated and trained personnel, are organised in a Wildlife Strike Prevention Unit integrated to an aerodromes SMS. Depending on allocated resources from airport management, the number of personnel may increase with, for example, foot patrollers. However, if not joined with the patrol vehicle, foot patrollers are too static to scare away the dynamic wildlife effectively enough. Wildlife Strike Prevention Units must be present at airside during airport operational periods, and over a long period of time to maintain effectiveness.

Quite often, wildlife control is not a single responsibility, but an extra task for other personnel such as fire fighters, airport safety officers or air traffic controllers

(monitoring). ICAO audits identified low wildlife hazard awareness as a significant weakness in some parts of the world. This was due to a lack of regulation and formal training of assigned staff, as well as a general apathetic attitude amongst the aviation authorities, aerodrome operators and its general staff and the surrounding communities.

**The Way Forward**

People are inclined to accept hazardous wildlife at aerodromes as *normal* or as an *act of God*.

Comments like...

“Well, we’ve always had hazardous wildlife at our airports, we still have and we will always have”.

“What can we do if waste management is under the responsibility of the Municipalities?”

“Wildlife strikes happen because birds do not get off our path”; and

“This is simply a risk that we have to accept”.

... are quite common!

Nevertheless, all of these statements are biased and unilateral since birds have been flying around long before Leonardo Da Vinci started drawing his flapping ornithopter and a machine with a helical rotor.

Of course, a goal of “zero” wildlife strikes is not realistic. It is better to manage hazards to be *As Low As Reasonably Practicable* (ALARP) through a formal assessment guided by solid criteria.

Aviation personnel receive technical training to develop their tasks, and as such, they often believe solutions for the wildlife problems are solely technical ones. Although many technical scaring devices claim to be the ‘silver bullet’, a more integrated approach is necessary, and some operators are now incorporating avian radars for the detection of wildlife at the airport and in its vicinity.

However, since the origin of the problem is not a technical one, the solution isn’t either – it is a biological problem, requiring the coordination of biological experts to achieve biologically balanced and perennial solutions.

**The Way Forward in Brazil**

During the last State Oversight (USOAP), Brazil achieved a high level of conformance to ICAO regulations. Although, only an average of 60% of struck species are identified at Family or Species level and there is no formally

established process in use to do that by DNA. There currently is no aeronautical regulation in place to guide airports and their stakeholders on how to cooperatively manage the wildlife strike risk, and until now, very few of Brazil's busiest aerodromes have a dedicated Wildlife Strike Prevention Unit to manage the wildlife problem. However, looking forward, a piece of the Federal Act (12.725 from October 16<sup>th</sup>, 2012) has been drafted, but not yet approved, to detail who, when, and how wildlife hazard management should be done in Brazil, with particular emphasis on the integration of off-aerodrome land use management to reduce the on-aerodrome strike risk. It is envisaged that this regulation will be released sometime in 2014, along with an environmental regulation that is currently under approval evaluation and that will allow aerodrome operators to manage hazardous species classified as very high, high, and moderate risk, in order to expedite the reduction of risk inside aerodromes.

### ***Acknowledgements***

Thanks to Tom Kok, director of the AviAssist Foundation, and many colleagues from various African airports, an earlier version of this article was published in AviAssist's Safety Focus Journal. Furthermore, thanks to Kylie Patrick for reviewing this paper.

# Applying SMS and sustainability principles to airport wildlife hazard management

Dionysios Ntampakis<sup>1,2</sup>, Thomas Biermann<sup>1</sup>

1 Wildau Institute of Technology, TH Wildau (FH), Bahnhofstrasse, 15745, Germany

2 [ntampakis@windowslive.com](mailto:ntampakis@windowslive.com)

**ABSTRACT:** Collisions between aircraft and wildlife constitute a problem with serious economic, environmental and safety implications. The International Civil Aviation Organization (ICAO) has created and introduced a standard for Safety Management System (SMS) in aviation corporations. Airports implement a Wildlife Hazard Management Plan (WHMP) to mitigate the risk from aircraft-wildlife strikes. The available wildlife strike risk assessment methods are not accepted internationally as a common standard and published material is lacking related to integrating WHMP into SMS. The aim of this study was to provide a structured and holistic approach to airport wildlife hazard management and raise awareness of aviation safety and sustainability. The objectives of our empirical research were 1) to evaluate the wildlife strike risk assessment methods, 2) to provide an SMS approach to WHMP and 3) to design a sustainable development strategy for a WHMP. This research study gathered data with the development of two questionnaires and their distribution to airports and other industry stakeholders. The usefulness of the current wildlife strike risk assessment methodologies is highly debated and questioned. We provide an initial guide to integrate WHMP into SMS and we incorporate the existing best practices for the sustainable development of a WHMP. The promotion of a safety culture and its components are also discussed. This study provides a useful guide to airport wildlife hazard managers (AWHM), airport safety managers (ASM) and to the World Birdstrike Association (WBA) with its recent Joint Action Plan to bring about innovative solutions to mitigate wildlife strike risk and improve flight safety.

**Key words:** Aircraft. Bird. Integration. Safety Management System. Risk assessment. Wildlife strike.

## Aplicando princípios de SMS e de sustentabilidade no gerenciamento do risco de fauna em aeroportos

**RESUMO:** Colisões com fauna representam um problema com graves implicações econômicas, ambientais e de segurança para a aviação. A Organização de Aviação Civil Internacional criou e introduziu o Sistema de Gestão de Segurança Operacional (SGSO) como método padrão para as organizações de aviação. Aeroportos utilizam o Programa de Gerenciamento do Risco de Fauna (PGRF) para mitigar o risco de colisões com fauna. Não há método padrão de avaliação de risco de colisão com fauna, internacionalmente aceito, assim como existe carência de material publicado que verse sobre a integração do PGRF no SGSO. O objetivo deste trabalho é apresentar uma abordagem estruturada e holística para o gerenciamento do risco de fauna nos aeroportos, bem como elevar a consciência situacional sobre a segurança de aviação e a sustentabilidade. Os objetivos de nossa pesquisa empírica são: 1) avaliar os métodos de avaliação de risco de fauna; 2) inserir o PGRF com abordagem baseada no SGSO; e 3) planejar uma estratégia de desenvolvimento sustentável para o PGRF. A obtenção de dados para esta pesquisa foi feita por meio de dois questionários, distribuídos aos aeroportos e a outros *stakeholders* do setor aeronáutico. A utilidade dos métodos em uso atualmente para a avaliação do risco de fauna é altamente debatida e questionada. Este estudo fornece uma orientação inicial para integrar o PGRF no SGSO do aeroporto, incorporando as melhores práticas existentes para o desenvolvimento sustentável desse Programa. A promoção da cultura de segurança e seus componentes também são discutidos. Este estudo fornece orientação útil aos gerentes de segurança de voo e de risco da fauna em aeroportos, bem como para a *World Birdstrike Association* no âmbito de seu recente Plano de Ação Conjunta, que tem por objetivo a geração de soluções inovadoras na mitigação do risco de fauna que aumentem a segurança de voo.

**Palavras-chave:** Aeronave. Ave. Integração. Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional. Avaliação de Risco. Colisão com Fauna.

**Citation:** Ntampakis, D & Biermann, T. (2014) Applying SMS and sustainability principles to airport wildlife hazard management, *Revista Conexão Sipaer*, Vol. 5, No. 1, pp. 8-21.

**Received** November 19, 2013; **Accepted** April 08, 2014; **Published** April 30, 2014

### 1 INTRODUCTION

Safety is a cornerstone in all aviation operations and highly expected by the aviation customers, governments and other stakeholders. The major threat from bird strike is engine ingestion which accounts for 76% of accidents (Thorpe, 2012). Bird strikes are known to have caused 296 human deaths in civil aviation (Thorpe, 2012; ERAU, 2013) and at least 146 human losses in military aviation (CENIPA, 2011; Richardson & West, 2005). It has been estimated that bird strikes cost the

aviation industry worldwide USD 1.2 billion per year in terms of damages and delays or cancellations to commercial transport aircraft (Allan, 2000). A more recent estimation by McCreary (2012) found an average cost of USD 22,741 per strike. This average cost results from the fact that 92% of bird strikes cause no damage, 6% of bird strikes result in minor damage with an average cost of USD 75,000 and 2% cause substantial damage with a roughly estimated cost of USD 676,000 per strike. The US Airways landing on the Hudson

River in January 2009 with the successful evacuation and rescue of all aircraft occupants raised awareness of bird strike prevention worldwide. Airports implement a Wildlife Hazard Management Plan (WHMP) to manage wildlife strike risk. Wildlife presence at airports poses a hazard to aviation safety but also an opportunity for sustainability initiatives, since many wildlife species are subject to nature protection laws. Wildlife management can support airports to turn these safety risks into environmental protection advantages.

SMS has introduced new principles to holistically manage safety risks. It is an important business/operations tool that helps to determine the costs of implementing safety management measures versus not implementing measures (IHST, 2007). Risk assessment is an important part of SMS as it prioritizes management actions and helps organizations to avoid wasting financial and human resources on insignificant issues (ICAO, 2013; CAA, 2010). Nowadays, it is widely recognized from the aviation corporations that it has contributed to a further reduction of aircraft accidents (Flouris & Yilmaz, 2011). The implementation of SMS requires the development and promotion of an organizational safety culture (ICAO, 2013). According to Reason (1997), a safety culture cannot be achieved through an overwhelming transformation but only socially engineered by identifying its components and bringing them together in union with the application of practical measures.

We predict that a similar approach to SMS will soon be needed to manage wildlife hazard. According to the Australian Civil Aviation Authority (CASA, 2011), the WHMP should have a consistent approach to identify hazard and manage risk with procedures which are developed and implemented as part of an airport's SMS. To the best of our knowledge there is no published guidance material on how to apply SMS principles to wildlife hazard management. Furthermore, formal wildlife risk assessment is a relatively new field and various methods have been presented only during the last 14 years. The considerable number of variables which are involved in wildlife strikes such as aircraft speed, wildlife species body mass, behavior etc., hindered the development of data-based methods that bring together into a single metric various parameters to calculate risk (IBSC, 2006). There are currently no internationally agreed regulations on how to assess wildlife strike risk. The Table 1 presents the currently available methods to perform wildlife strike risk assessments.

Few other methods were found at a later stage of our survey but they follow similar approaches to rank wildlife hazard levels and are not included in this study. Various problems arise when the proactive SMS approach is applied for the assessment of a historical event, such as a bird strike that has already occurred. Considering the worst case scenario for damaging bird strikes that have an effect on flight, results in the classification of such events as catastrophic in the severity table. Thus, such a risk is unaccepted at the safety risk tolerability matrix, which typically means ceasing airport operations under existing circumstances. Various methods

exist for the investigation of incidents such as the Root Cause Analysis, the Airline Risk Management Solutions Methodology (ARMS), Corrective and Preventive Actions, etc. Corporate sustainability is a business approach and strategy in order to create long-term shareholder value by embracing opportunities and managing risks deriving from the economic, environmental, ecological and social developments or changes (RobecoSam, 2013). Flouris & Yilmaz (2011) suggested that sustainability must be embedded in all mainstream management processes and an airport sustainable development strategy must address the economic, social and environmental concerns of its stakeholders and an optimization process of these objectives.

In absence of actual data, an empirical study was designed to portray the new challenges of airport wildlife hazard management, focusing on the efficiency of risk assessment methods and the integration of WHMP into SMS and sustainable development strategy of an airport. With the aim to provide a systematic and holistic approach that can be applied to airports of various sizes and operations, we have decided to elaborate on the following research questions:

- a) How efficient and credible are the currently available methods for wildlife strike risk assessment?
- b) How can we apply the SMS principles to a WHMP?
- c) How can we design a sustainable development strategy for WHMP?

## 2 METHODOLOGY

A literature review was conducted to identify new concepts of safety and sustainability that can be assigned to airport wildlife hazard management. Main international airports and other industry stakeholders were surveyed with the development and electronic distribution of two questionnaires. The first questionnaire with 38 questions was sent to Airport Wildlife Hazard Managers (AWHM) and the second one with 23 questions was sent to Airport Safety Managers (ASM). The questionnaires are cited at the end of this paper as Appendices. A preliminary survey with interviews was conducted with the ASM at Berlin

Brandenburg International Airport and the AWHM at Athens International Airport to identify the most critical questions for this study and test the questionnaires in practice.

Nineteen (19) out of forty-eight (48) distributed questionnaires were returned fully completed, eleven (11) by AWHMs and eight (8) by ASMs. The airports of our survey included major international airports in North America, Europe, Asia and Australia. In accordance with our research objectives, we have included in the analysis of the results only airports that attempt to calculate wildlife strike risk, implement a WHMP, an SMS, and include sustainability in their strategic goals.

To supplement our data, we also interviewed experts from civil aviation authorities, the European Aviation Safety Agency (EASA), birdstrike committees, and airport environmental managers. In Germany for example, we received completed questionnaires from Munich International Airport and Berlin Brandenburg International Airport and

**Table 1:** Wildlife strike risk assessment methods used worldwide

Method	Reference	Country of use
Ranking the hazard level of wildlife species to aviation	Dolbeer et al. 2000	USA
A risk assessment technique for birdstrike management at airports	Allan, 2003	UK and some Australian, Canadian, USA and European Airports
The flight safety relevance index of bird species	Morgenroth, 2003	Germany
The airport bird hazard risk analysis	Sowden et al. 2007; Transport Canada, 2012	Canada
Ranking the risk of wildlife species hazardous to military aircraft	Zakrajsek & Bissonette, 2005	USA (Air Force)
The Performance based model	Transport Canada, 2008	Canada
A quantified species specific bird hazard Index	Both et al. 2010	Netherlands (Air Force)
The Bird risk assessment model for airports and aerodromes	Paton, 2010	Australia
An ecological approach to birdstrike risk analysis	Soldatini et al. 2010	Italy

communication with the German Birdstrike Committee provided us with additional information for the remaining German airports. A similar approach was adopted to gather more data from major international airports in North America, Australia, Asia and Europe. Much of this research took place in the form of informal emails and telephone communication, resulting in a significant volume of data that enabled global comparisons. All data is treated confidentially and presented anonymously.

We have based our evaluation and comparative analysis of the wildlife strike risk assessment methods on the following criteria:

- General Concept and Assumptions;
- Data / Number of Strikes; and
- Applicability of the methods within a WHMP.

We collected SMS guidance material from ICAO and civil aviation authorities to conduct comparisons between WHMP and SMS, identify similarities and bridge their gaps. Furthermore, we considered numerous airports environmental and sustainability management reports to define an approach, develop a strategy and apply sustainability principles to wildlife strike prevention. At the end of our study, a check was performed to ensure that the research objectives have been met.

### 3 RESULTS

#### 3.1 EVALUATION OF THE WILDLIFE STRIKE RISK ASSESSMENT METHODS

##### 3.1.1 GENERAL CONCEPTS AND ASSUMPTIONS

The most complicated aspect of risk assessment for the AWHMs, which were consulted during this study, is the quantitative calculation of the overall risk. The methods by Dolbeer et al. 2000; Both et al. 2010; Zakrajsek & Bissonette, 2005; and Paton, 2010; construct a bird hazard index and categorize wildlife species according to the hazard they pose. These methods are based on past bird strike data, damages and costs. They assign relative hazard scores to wildlife species that are involved in strikes. Such a ranking system is then complemented with data on local wildlife populations at an airport, which is derived from an implemented WHMP.

Furthermore, in countries such as the UK, US, Germany and The Netherlands, additional current weather data and geospatial characteristics obtained from computer based models are combined with data from avian radars in order to perform a risk assessment over time and space which is based on qualitative and quantitative data.

The risk assessment method by Allan (2003) analyzes risk in its two components, namely severity of a safety outcome and probability of its occurrence combined in a risk assessment matrix. It is a species-based approach that requires a minimum of five years of bird strike data and the identification of the species involved. Our survey data indicated that this method is the most widely used by airport operators worldwide. We have additionally found that private agents and various civil aviation authorities adopt this method as an auditing tool and as a basis for their wildlife strike risk assessment. However, these civil aviation authorities are not prescriptive on how airports assess their wildlife strike risk, nor do they approve their strike risk assessment process.

The methods by Morgenroth (2003) and Soldatini et al. (2010) use advanced mathematics and rely on modeling the aviation system and the natural environment in which it operates in order to combine numerous parameters in an algorithm and construct an index. The results of these methods are always measured against an expert's opinion. The method by Sowden et al. (2007) develops hazard buffer zones around an airport by analyzing the bird strike risk into its aircraft related elements, numerous wildlife species parameters and land use data by hazardous species.

The performance-based model by Transport Canada (2008) is an innovative approach. Instead of employing data from historical events, this method adopts the SMS proactive approach to manage safety risks. It employs specific safety performance indicators that reveal the real causes of weaknesses of wildlife strike prevention and assists in the planning of new improvements. The performance nodes of this method are soundness, appropriateness and effectiveness. These nodes assess the foundations of wildlife strike prevention, and determine whether the preventive actions achieve the targeted results in a consistent and effective manner.

### 3.1.2 DATA / NUMBER OF STRIKES

The AWHMs and the ASMs of this study emphasized the quality of data as a critical factor to construct an index and perform a risk assessment. Six AWHMs pointed out that misleading results are occasionally produced for the risks assigned to some species. They added that wildlife strikes are subject to a considerable number of parameters such as species, size, behavior, distribution patterns, season of the year, time of day, additional regional differences and are also subject to aircraft-related factors. They pointed out that simply considering the number of strikes per 10,000 aircraft movements at an airport is a negative performance indicator that misdirects by underlying failures. This fact was not directly reported by the ASMs of this study, but in 3 out of 8 returned questionnaires, they suggested that safety performance targets should not be measured by a single indicator but always with the utilization of more indicators and various built-in mechanisms such as wildlife monitoring, data collection and the quality of reporting. Reporting of bird strikes and identification of species involved appeared to be significant for all AWHMs of this survey.

### 3.1.3 APPLICABILITY OF THE METHODS WITHIN A WHMP

The bird strike hazard indexes require for their reliability various data for long periods of time that create a high workload according to the AWHMs. The Allan (2003) method appears to be a relatively simple one by analyzing risk in its two components, severity of a safety outcome and probability of its occurrence. However, our data revealed that this method produces occasionally misleading results for the risks assigned to some species, a fact that questions its objectivity. The method by Sowden et al. (2007) appears to be generic rather than specific according to bird strike experts. This risk assessment tool results in an area classification scheme (with zones) around an airport. It is generic because it assumes that the existence of a specific land use in an airport buffer zone results in a risk, even if no birds are present there or are present but never come close to an aircraft. Other responses during this survey appeared to be less enthusiastic of this model, which classifies risk more outside an airport rather than inside and places a bow-tie over an airport.

We have found a considerable body of evidence suggesting that the most problematic point in deriving a flight safety relevance index that will enable comparisons among airports is the necessary mathematical combination of numerous criteria and of their weighting which has a decisive influence on the result. The development of such a method that will mathematically combine the sum of the species' risks as an absolute measurement was strongly questioned by the participants of this survey and is not considered feasible in the near future. Such a model will always be limited and therefore inappropriate to assess risk. Representatives from birdstrike committees, AWHMs and ASMs argued that such a method

will also need a correction factor for the fleet and the aircraft types to enable risk comparisons among airports with differences in traffic, size of aircraft, types of aircraft and flight speed.

## 3.2 APPLYING SMS PRINCIPLES TO WHMP

### 3.2.1 WHY INTEGRATION IS NEEDED?

None of the AWHMs reported measuring performance by their total contribution to the organization they work. As functional managers, they tend to measure performance only by specialized criteria related to bird strike prevention. Furthermore, we have found a conflict of different assumptions and concepts regarding safety between AWHMs and ASMs. The problem becomes more perplexing if we include the cultural differences between pilots, air traffic control, and other airport operations personnel. Reporting, which is a key factor for the success in managing safety risks, is affected by cultural differences, according to the ICAO Safety Management Manual (ICAO, 2013). An integrated approach is needed not only for the coordination of numerous activities to manage safety risks but also for the maintenance of good communication levels between all relevant stakeholders (ICAO, 2012). We were surprised to find in few airports of this study a lack of communication between ASMs and AWHMs. Most of the airports though have reported regular formal and informal meetings for this purpose. These briefings are considered necessary not only for exchange of additional information but also for the interpretation of results and the selection of the appropriate performance indicators.

### 3.2.2 RISK ASSESSMENT SOLUTIONS

Problems have been reported during the application of the SMS approach in order to assess historical events, such as bird strikes that have already occurred. By taking into account the worst case scenario after a bird strike which has an effect on flight and results for example in an emergency landing, the airport operator is faced with the challenge of ceasing operations in the zone where the event took place. The ceasing of operations must occur until there are guarantees that the risk level has decreased significantly, following an extensive internal investigation. This is obvious in a worst case scenario since such an event can accelerate a crash and is classified with an "A" at the severity table, as a catastrophic one. Our data from interviews with safety managers at German international airports indicated that the ARMS Methodology is commonly applied for the classification of real life events. They have proposed this method, among other incident investigation methods, as a valuable tool that could assist AWHMs in the classification of historical wildlife strikes. The ARMS methodology is based on the fact that risk always has an element of future uncertainty about an undesired outcome (ARMS, 2010). It provides guidance for the correct analysis of the column and row in the risk matrix in order to achieve coherent and consistent assessments. This method considers

the effectiveness of avoidance and recovery barriers that prevent the escalation of an event into an accident. While it does not completely remove subjectivity, it is believed to be currently the most objective method in the aviation industry (ARMS, 2010).

### 3.2.3 FRAMEWORK ELEMENTS OF A WHMP

Wildlife strike prevention is always tailored to the local conditions of an airport. The bird strike problem appears for several wildlife managers to be seasonal with peaks during the migration period or the breeding season, depending on the species. The ability of a bird species to avoid aircraft has also been reported to vary. Species from the Corvid family appear capable of avoiding bird strikes, while Seagull species react slowly to an approaching aircraft with a tendency to fly along the runway which makes them more susceptible to a strike. Furthermore, behavior variation for the same species among different regions significantly affects the selection of bird control measures by the AWHMs.

Management commitment and responsibility were outlined by the ASMs and AWHMs in order to achieve the desired safety outcomes. The Chief Executive Officers, having final authority over all aviation activities at the airports of this study, sign the safety policy with its objectives. The safety policy is then communicated through the intranet, articles, publications and the SMS manual. A similar approach should be considered for the WHMP. Clear policies and objectives are needed together with the assignment of accountabilities and responsibilities to trained and competent personnel. Most of the airports during this survey were found already to implement such an approach. SMS requires an efficient reporting system, risk assessment, proactive and reactive mitigation measures, and an evaluation system to monitor safety performance. Our data indicated performance reviewing to be conducted by safety committees and other safety action groups (usually once per month) to assess the need to adopt any corrective or preventive actions. Attendance of AWHMs to these meetings was also reported.

Our discussions with safety managers signaled the importance of a consistent method for hazard identification and proper documentation to manage risks. They pointed out the following critical questions requiring a response by airport operators who attempt to build well established mechanisms for documenting wildlife strikes under the SMS framework:

- Who reports wildlife strikes at an airport?
- In which form and what method are wildlife strikes reported?
- How does an airport ensure that all wildlife strikes are reported?

Ideally, the wildlife strike data is included automatically in the SMS database. The data includes information on confirmed or suspected wildlife strikes and daily applied wildlife control measures at the airfield. Such an automated data transfer system was found at international airports in

Germany. Others airports around the world have reported a linkage of the wildlife strike database to the SMS documentation.

### 3.2.4 WHMP AND SAFETY CULTURE ENGINEERING

Reason (1997) emphasized that a trust culture is not easy to achieve because reporting can expose own mistakes or mistakes from colleagues and skepticism may arise about future difficulties, about the extra amount of work to report, or about the likelihood of management to act upon the information. These parameters were also mentioned from bird strike experts during this survey, together with a desire to forget non-damaging strikes.

Engineering a safety culture includes safety promotion and training on safety management and SMS operation. Such training has either been provided to the airport wildlife control teams of this survey or it is planned to take place within the next year. The assurance of a WHMP under the SMS framework includes performance monitoring, management of change and continuous improvement. Specifically designed audits for this purpose have been reported by the AWHMs at regular intervals, performed by national and international regulatory control bodies or upon request from external consultants and other agencies.

A safety culture implies close cooperation amongst airports and authorities and the involvement of all internal and external aviation system stakeholders that have an impact on safety performance (ICAO, 2013). This study collected data on building cooperation between airports, civil aviation authorities and other authorities responsible for the area outside the airport. These responses are presented in the table 2 and shall be of assistance to airport operators.

### 3.2.5 DESIGNING A SUSTAINABLE DEVELOPMENT STRATEGY FOR A WHMP

Modern airports such as Frankfurt International Airport have a special department that promotes sustainability as one of the core elements of corporate strategy. In such a strategy, sustainability is embedded in all management processes with an alignment of the social, environmental and financial goals. Our paper integrates the current best practices found in applying sustainable development principles to a WHMP. We present a holistic and systematic approach that brings together wildlife conservation and other environmental initiatives with stakeholder engagement and public involvement.

### 3.2.6 WHMP & ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY

Airport wildlife hazard managers can promote biodiversity conservation inside an airport and its surroundings or they can assist ecotourism development projects in the greater area an airport serves. At Munich International Airport, almost two thirds of the overall airport areas are green and the area around the airport is now home to many rare wildlife species and plants. Parts of the airport and most of its surrounding conservation areas have been declared

part of the North Erdinger Moos Bird Sanctuary in order to help endangered species populations (Munich Airport, 2011). London Heathrow is committed to conserving biodiversity and has already recorded 134 species that are listed with some level of rarity or that are part of the UK Biodiversity Action Plan (Heathrow Airport, 2011). Another interesting case study was documented at Athens International Airport and the restoration of a wetland's ecosystem in its vicinity. This program, funded by the airport operator, helped a variety of species to recover their populations, informs locals and visitors, and promotes the area with its natural and cultural heritage as an ecotourism destination. Ensuring environmental sustainability implicates close cooperation with nature conservation authorities and associations. We found that such cooperation can assist bird strike prevention with annual actual data on species populations and can be used additionally to monitor the WHMP results.

### 3.2.7 WHMP & SOCIAL RESPONSIBILITY

Airport operators communicate outputs of their sustainable development strategy to customers, third parties and local communities. (Berry et al., 2008; Flouris & Yilmaz, 2011). London Heathrow is an example of an airport that uses this strategy. The Biodiversity and Landscaping Manager sends a letter each year to all those partners with whom they work to inform them on news, issues and projects of biodiversity conservation at the airport. This letter distribution is part of their commitment to protect the environment and its wildlife species at the airport site (Heathrow Airport, 2011).

Airports can further strengthen the local economy by promoting local business development and growth. The AWHMs have reported to purchase the necessary equipment for wildlife control from local business partners, whenever possible. These businesses should be checked as to whether they adopt environmental friendly practices. If not, airports should include those suppliers in their environmental awareness training/campaigns to introduce and help them to embrace environmental-friendly practices.

Sustainability principles can also be applied to human resource management. Bird strike experts consulted during this study pointed out that in many cases the wildlife controllers have a low status internally within the company they work, which possibly undervalues their qualifications and consequently results in low retention rates. Retaining qualified and motivated employees is a challenging task and different measures can be adopted by an employer to remain attractive. Recruitment of people from the local area has also been reported as an initiative to achieve a socially sustainable WHMP.

Social responsibility contributes to research and development. Such cooperation can be developed with universities and other research institutions. An interesting case study was found at Athens International Airport and a long-term insect monitoring program on- and off-airport, which is

conducted in cooperation with the Agricultural University of Athens. This research program identifies species and census their populations in order to apply insect control measures inside the airport and minimize the bird food supplies.

It has given a significant amount of data for the presence of insects in the greater region of the airport; it has observed species for the first time in the area of concern; it provided the opportunity to university researchers to conduct their doctoral thesis, and provided both the airport and the university with a number of publications and conference presentations.

### 3.2.8 WHMP AND ECONOMIC SUSTAINABILITY

Airport operators and owners are very often private with shares listed on the stock exchange market. In this case, they have a duty to safeguard the investments of their investors, succeed a profitable growth, and create positive value. The implementation of a WHMP is highly important for safety but 7 out of 11 AWHMs of this survey reported difficulties in obtaining the financial resources. Different concepts and assumptions on wildlife strike risk and the seasonality of the bird strike problem have been identified as potential reasons for such a failure together with limited negotiation power to influence airport senior management. Adequate funding has been identified by most of the participants in this survey as crucial in order to significantly reduce the number of wildlife strikes at an airport through effective wildlife management.

During this study, we didn't find any airport operators addressing the cost savings from wildlife strike prevention. The cost estimations from bird strikes published by Allan (2000); Allan & Orosz (2001); Cleary et al. (2006) and the more recent estimations from McCreary (2012), can assist AWHMs to demonstrate to senior management the importance of implementing, operating and promoting a sound and effective WHMP. Airport operator companies with a consulting group that offers expertise and customized solutions to clients can obtain supplementary financial resources for a WHMP by identifying opportunities of providing wildlife control consulting services at other airports.

## 4 DISCUSSION

### 4.1 WILDLIFE STRIKE RISK ASSESSMENT

The aviation industry is still faced with the challenge of calculating the overall risk from wildlife strikes at an airport. None of the currently available risk assessment methods is widely accepted. We have solicited the opinions of several experts and found that these methodologies are limited with high levels of subjectivity and cannot permit comparisons among airports. Furthermore, whether such methods can reproduce the complexities of the system in which a wildlife strike occurs is yet to be proven. These methods have been criticized by Njå et al. (2012) as inappropriate to assess risk because they do not address future uncertainties. They have additionally proposed the reassessment of the various wildlife strike databases in terms of their reliability, validity and



**Table 2:** Development of cooperation amongst airports and authorities

---

Close alignment and mutual coordination of the WHMP activities
WHMP awareness seminars which point out not only the safety but also the environmental protection issues
Experience exchange / Collaborative techniques / Sharing of data / Sharing of lessons learned / Sharing of best techniques and practices
Airports can provide advice to civil aviation authorities on how to improve regulations, if needed

---

relevance to address the bird strike risk. In addition, Paton (2010) argued that the current methods fail to identify potential hazardous species until they are involved in several strikes and at least one damaging.

Our results indicate that even if we assume that the complicated aspect of risk assessment is calculating quantitatively the overall risk from bird strikes and that research efforts should be focused towards this direction, then this overall risk should consist of the sum of the species' risks. However, species' risks can be measured in relative terms, whereas total wildlife risk needs to be an absolute measurement. Furthermore, each aircraft type has a different risk profile and the total risk at an airport is related to the aircraft fleet mix that then makes the comparison between airports difficult as well as complicating temporal comparisons if the fleet-mix changes.

Simply counting the number of strikes is a negative indicator pointing out what is not working rather than indicating effective actions (IBSC, 2006; Transport Canada, 2008). Such an approach misdirects by concluding that safety exists because no accidents have occurred or safety management does not exist due to an increase on the number of strikes which can occur as a result of better reporting. According to Reason (1997), the number of negative outcomes can be used as a safety indicator, only when the accident rates are high enough and only in systems where the managers have complete control over all possible factors that contribute to the production of these negative outcomes. In all other cases, the risk assessment procedure is left with the problem of chance, and the combination of different factors at a particular place and time. The occurrence of negative outcomes in low rates, such as the bird strike and damaging bird strike rates, reveals very little about the organization's accident resistance and safety levels. According to McCreary (2012), 2.1 bird strikes occur per 10,000 movements, a fact that supports Reason's argument. Wildlife strikes are subject to many uncontrolled factors that can be defended against, but not completely eliminated.

According to Njå et al. (2012), the goal of accurately predicting wildlife risk levels should be removed from the IBSC recommended practices, and emphasis should be given to the decision-making process and the level of knowledge. Prominent experts who were consulted during our study have strongly questioned the development of a method that will mathematically combine the sum of the species' risks as an absolute measurement and such a method is not considered feasible in the near future. It is therefore expected that the World Birdstrike Association (WBA) will shift focus in future research efforts towards developing a performance measurement model that establishes measurement points other than the number of bird strikes, focusing on the

strengths of a WHMP and future uncertainties, rather than on past failures. Thus, our study results support the argument of Njå et al. (2012) that such a model should address future uncertainties and be related to decision making. The performance-based model proposed by Transport Canada (2008) adopts the proactive SMS approach to manage risks and evaluates a WHMP according to its appropriateness, soundness, and effectiveness. This approach can be used as a basis concept for the development of a more sophisticated method.

#### 4.2 INTEGRATION OF WHMP INTO SMS

SMS implementation has promoted a global acceptance of good safety practice and initiated a chain of changes for wildlife hazard management. Airports can prepare for a likely future event that may emerge with the form of a regulation. This anticipatory type of change is usually initiated by a firm without any external demand and aims at gaining a clear competitive advantage over other players of the industry (Hayes, 2002). We found that a systematic procedure determining how information is gathered and organized for wildlife strike prevention is needed. A standardized approach would be most beneficial for the international community so as to manage wildlife risk, collaborate on common topics of interest and share lessons learned. Our framework can serve as an initial guide with succinct, practical and feasible suggested approaches that will assist airport operators and other industry stakeholders in integrating WHMP into SMS. Such an approach prioritizes management actions to reduce wildlife strikes and improve flight safety.

As highlighted by Sprenger (2007) in his book "*Trust-The best Way to Manage*", a trust culture is the only basis for communication, especially when the management model emphasizes personnel responsibility. Such is the case of airport wildlife control teams who, more often than not, work independently on the airside. The wildlife controllers should be seen as business partners and intelligent supporters of the company development, rather than just task executors. According to the ICAO SMM (2013), the success of a reporting system depends on the continuous flow of information from the front-line personnel. The proactive management of safety depends on the establishment of a sound and effective hazard reporting culture. The front-line personnel are of utmost importance in this process. Drucker (2008) has emphasized the importance for first-line managers to always connect their work with the organizational objectives and results, both for short-range and long-range considerations. Such an approach can be useful for AWHMs, the wildlife control teams and their integration purposes (Table 3).

**Table 3.** Integration of WHMP into SMS**WHMP Policy and Objectives**

Top management commitment to manage wildlife hazards and achieve the highest safety standards  
 Accountabilities, roles and responsibilities  
 Appointment of key personnel, selection of qualified personnel  
 Documentation, reporting (who reports what and how), development of a national wildlife strike reporting form  
 Development of protocols and procedures in order to ensure that all wildlife strikes at an airport are reported

**Wildlife Strike Risk Management**

Hazard identification and reporting through the WHMP team and the SMS forms  
 Risk assessment with a data-based and risk-based tool  
 Employment of the ARMS methodology to assess historical wildlife strikes  
 Wildlife strike risk mitigation with the implementation of appropriate remediation measures  
 Continuous hazard monitoring, continuous adaptation of mitigation techniques

**WHMP Assurance**

Performance monitoring and measurement  
 Performance reviews from safety committees and safety action groups  
 Development and use of selected performance indicators such as appropriateness, soundness and effectiveness of a WHMP  
 Management of change, identification of new hazards  
 Continuous improvement with internal and external audits

**WHMP and Safety Promotion**

Training on wildlife hazard management and SMS  
 Bridging the gap between different cultures among birdstrike committees and other aviation professionals  
 Safety communication with workshops, safety newsletters or bulletins  
 Develop cooperation with civil aviation authorities and other authorities responsible for the area outside the airport  
 Raising awareness of corrective actions resulting from submitted SMS forms

**Table 4:** Integration of WHMP into an airport's sustainable development strategy**Economic Stability**

Quantify airport monetary savings  
 Show the clear connection between WHMP and financial advantages to the upper level management  
 Identify opportunities of providing wildlife management consulting services at other airports

**Environmental Sustainability**

Protect wildlife and plant species inside the airport  
 Set aside areas inside the airport for conservation purposes  
 Assist the restoration of ecosystems outside the airport  
 Cooperate with biodiversity conservation groups and nature protection associations for projects on and off-airport  
 Capture and translocate endangered species that pose a hazard to aircraft operations

**Social Responsibility**

Hire local people  
 Purchase equipment from local businesses  
 Assist the equipment providers to adopt environment-friendly practices  
 Sponsor non-governmental organizations by means of financial contributions  
 Make contributions to research & development  
 Provide environmental awareness training  
 Include third parties, local groups, and schools in the environmental awareness training  
 Publicize the airport's performance regarding the conservation of natural resources  
 Consider improving the cooperation with the Civil Aviation Authority

### 4.3 DESIGNING A SUSTAINABLE DEVELOPMENT STRATEGY FOR A WHMP

A sustainable development strategy can be compliance-driven, but also profit-driven since it promotes corporate profitability in various markets due to improved reputation (Flouris & Yilmaz, 2011). Such an approach to airport wildlife management includes wildlife conservation measures, stakeholder engagement, public involvement, improved profitability for an airport and increased customer satisfaction with the provision of a high quality service. Sustainability must be embedded in all processes and activities of wildlife strike prevention, including the social, environmental and financial parameters. The table 4 summarizes our findings and brings together the current best practice examples in applying sustainability principles to a WHMP.

## 5 CONCLUSION

We addressed the current challenges of wildlife strike prevention and provided a structured and holistic approach to integrate wildlife hazard management into a safety management system and sustainable development strategy of an airport. This study contends that a new approach, in the style of SMS, is needed to manage wildlife risks. Our framework can serve as an initial guide and future research efforts should empirically test this guide with the intention to incorporate all safety and sustainability aspects of a WHMP. We argued that a new improved performance measurement tool will shift focus from past failures to future uncertainties. The development of protocols and procedures for the standardization of these new approaches is needed to enable their application to airports of various sizes and operations worldwide. Such an approach will enhance wildlife management strategies and contribute significantly to safe airports and aircraft operations.

## ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to thank all participants of this survey, most of whom requested to remain anonymous, for taking the time to answer our questions. We are grateful to the Airport Safety Managers, Wildlife Hazard Managers, the representatives from the Birdstrike Committees, the Civil Aviation Authorities and the European Aviation Safety Agency for their information and assistance during this project. We would also like to thank the anonymous reviewers of this paper for their valuable suggestions that greatly improved earlier drafts of the manuscript.

## LIST OF REFERENCES

Allan, JR. (2000) The Costs of Bird Strikes and Bird Strike Prevention. In *USDA National Wildlife Research Symposia, Human Conflicts with Wildlife: Economic Considerations*, pp. 147-153 <<http://digitalcommons.unl.edu/nwrchumanconflicts/18>>. Accessed 18 May 2013.

Allan, JR. (2000) The Costs of Bird Strikes and Bird Strike Prevention, *USDA National Wildlife Research Symposia, Human Conflicts with Wildlife: Economic Considerations*, pp. 147-153. Available: <http://digitalcommons.unl.edu/nwrchumanconflicts/18>. Accessed [18 May 2013].

Allan, JR & Orosz AP. (2001) The costs of birdstrikes to commercial aviation, *Proceedings of the Third Joint Annual Meeting of the Bird Strike Committee-USA/Canada*, Calgary, Alberta, Canada, pp. 218-226. Available: <http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1001&context=birdstrike2001>. Accessed [30 May 2013].

Allan, JR; Orosz, A; Badham, A; Bell, J. (2003) The development of birdstrike risk assessment procedures, their use on airports and the potential benefits to the aviation industry, *Proceedings of the International Birdstrike Committee Meeting*, Warsaw Available: <http://worldbirdstrike.com/IBSC/Warsaw/IBSC26%20WPOS7.pdf>. Accessed [2 June 2013].

ARMS Methodology for Risk Assessment. (2010) Skybrary material. Available: [www.skybrary.aero/index.php/ARMS\\_Methodology\\_for\\_Risk\\_Assessment](http://www.skybrary.aero/index.php/ARMS_Methodology_for_Risk_Assessment). Accessed [23 May 2013].

Berry, F; Gillhepsy, S; Rogers, J. (2008) *ACRP Synthesis 10: airport sustainability practices*, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, DC.

Both, I; Gasteren, H; Dekker, A. (2010) A quantified species specific Bird Hazard Index, *Proceedings of the International Birdstrike Committee Conference*, Cairns, 20-24 September Available: [http://www.int-birdstrike.org/Cairns\\_Papers/IBSC29%20WP01.pdf](http://www.int-birdstrike.org/Cairns_Papers/IBSC29%20WP01.pdf). Accessed [15 March 2013].

Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA). (2011) *Risco Aviário e Fauna*. apostila: 2011a, Available: <http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/index.php/risco-aviario/material-de-apoio/textos/219-risco-aviario-basico-prevencao-cenipa>. Accessed [03 April 2014]. (In Portuguese).

Civil Aviation Safety Authority (CASA). (2011) Advisory Circular 139-26(0), Wildlife Hazard Management at Aerodromes Available: [http://www.casa.gov.au/wcmswr/\\_assets/main/rules/1998casr/139/139c26.pdf](http://www.casa.gov.au/wcmswr/_assets/main/rules/1998casr/139/139c26.pdf). Accessed [23 June 2013].

Civil Aviation Authority UK, CAA. (2010) Safety Management Systems: guidance to organizations, Version 3 Available: <http://www.caa.co.uk/docs/872/30JulySMS%20Guidance%20Materialversion3.pdf>. Accessed [15 May 2013].

Cleary, EC; Dolbeer, RA; Wright, SE. (2006) *Wildlife Strike to Civil Aircraft in the United States 1990-2005*, University of Nebraska-Lincoln. Available: <http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1006&context=birdstrikeother>. Accessed [7 May 2013]

Dolbeer, RA; Wright, SE; Cleary, EC. (2000) Ranking the hazard level of wildlife species to aviation, *Wildlife Society Bulletin* 28(2), pp.372-378.

Drucker, PF & Maciariello JA. (2008) *Management: Tasks, Responsibilities, Practices*, Collins Business.

- Embry Riddle Aeronautical University (ERAU). (2013) *Aviation Wildlife Mitigation: birdsstrike news you can use*, Newsletter Spring 2013, Vol. 6, issue 1 Available: [http://wildlifecenter.pr.erau.edu/newsletters/newsletter\\_spring\\_2013.pdf](http://wildlifecenter.pr.erau.edu/newsletters/newsletter_spring_2013.pdf) Accessed [23 January 2013]
- Flouris, TG & Yilmaz, AK. (2011) *Risk Management and Corporate Sustainability in Aviation*, Ashgate Publishing, Ltd.
- Hayes, J. (2002) *The Theory and Practice of Change Management*, Basingstoke: Palgrave.
- Heathrow Airport. (2011) *Towards a sustainable Heathrow. Sustainability Action Plan Review 2011*, Available: [http://www.heathrowairport.com/static/HeathrowAboutUs/Downloads/PDF/Sustainability/Sustainability\\_Action\\_Plan\\_Review\\_2011.pdf](http://www.heathrowairport.com/static/HeathrowAboutUs/Downloads/PDF/Sustainability/Sustainability_Action_Plan_Review_2011.pdf). Accessed [6 June 2013].
- International Helicopter Safety Team (IHST). (2007) Safety Management System Toolkit, *Proceedings of the International Helicopter Safety Symposium IHSS*, Montreal, Quebec, Canada.
- International Birdstrike Committee (IBSC). (2006) *Recommended Practices Nr. 1: standards for aerodrome bird/wildlife control*, Available: [http://www.int-birdstrike.org/Standards\\_for\\_Aerodrome\\_bird\\_wildlife%20control.pdf](http://www.int-birdstrike.org/Standards_for_Aerodrome_bird_wildlife%20control.pdf). Accessed [27 June 2013].
- International Civil Aviation Organisation (ICAO). (2013) *Safety Management Manual (SMM)*, Doc 9859-AN474, 3rd Edition, Montreal, Quebec, Canada.
- International Civil Aviation Organization (ICAO). (2012) *Airport Services Manual, Wildlife Control and Reduction* Doc 9137, AN/898, part 3, 4<sup>th</sup> Edition, Montreal, Quebec, Canada.
- McCreary, I. (2012) *Runway Safety: FOD, birds and the case for automated scanning*. Insight SRI Report, Available: [https://www.academia.edu/3513283/Runway\\_Safety\\_FOD\\_Birds\\_and\\_the\\_Case\\_for\\_Automated\\_Scanning](https://www.academia.edu/3513283/Runway_Safety_FOD_Birds_and_the_Case_for_Automated_Scanning). Accessed [27 June 2013].
- Morgenroth, C. (2003) Development of an Index for Calculating the Flight Safety Relevance of Bird Species for an Assessment of the Birdstrike Hazard at Airports, *Bird and Aviation*, (online), Vol. 23, No.2.
- Munich Airport Sustainability Report. (2011) *Perspectives 2011, Sustainability and Annual Report*. Available: [http://www.munichairport.de/media/download/general/publikationen/en/ib2011\\_en.pdf](http://www.munichairport.de/media/download/general/publikationen/en/ib2011_en.pdf). Accessed [30 June 2013].
- Njá, O; Ranestad, P; Braut, GS; Fewings, R; Kurthi, E. (2012) Risk of bird strikes, a discussion of current tools and practices. *Proceedings of the World Birdstrike Association*, Stavanger, Norway, June 2012 Available: <http://worldbirdstrike.com/Stavanger/Risk%20of%20bird%20strikes%20Paper.pdf>. Accessed [19 April 2013].
- Paton, DC. (2010) *Bird Risk Assessment Model for Airports and Aerodromes*, The University of Adelaide, Revision 3 Available: <http://aawhg.org/assets/Publications-and-Tools/FA-RPT-Bird-Risk-Assessment-Tool-00302.pdf>. Accessed [26 June 2013].
- Reason, J. (1997) *Managing the Risks of Organizational Accidents*, Ashgate Publishing.
- Richardson, WJ & West, T. (2005) Serious Birdstrike Accidents to UK Military Aircraft, 1923 to 2004: Numbers and Circumstances, Proceedings of the International Bird Strike Committee 27/WPAthens, Available: [http://www.int-birdstrike.org/Athens\\_Papers/IBSC27%20WPI-2.pdf](http://www.int-birdstrike.org/Athens_Papers/IBSC27%20WPI-2.pdf). Accessed [17 May 2013].
- RobecoSam. (2013) *The Sustainability Yearbook*, Available: <http://www.robecosam.com/images/sustainability-yearbook-2013.pdf>. Accessed [1 May 2013].
- Soldatini, C; Georgalas, V; Torricelli, P; Albores-Barahas, YV. (2010) An Ecological Approach to Birdstrike Risk Analysis, *European Journal of Wildlife Research*, 56, pp.623-632.
- Sowden, R; Kelly, T; Dudley, S. (2007) Airport Bird Hazard Risk Assessment Process. *Proceedings of the Bird Strike Committee USA/Canada*, 9<sup>th</sup> Annual Meeting, Ontario. Available: <http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1007&context=birdstrike2007>. Accessed [15 June 2013].
- Sprenger, KR. (2007) *Trust – the best way to manage*, Campus Verlag, Frankfurt/New York.
- Thorpe, J. (2012) 100 Years of Fatalities and Destroyed Civil Aircraft due to Bird Strikes. *Proceedings of the International Bird Strike Committee 30/WP Stavanger, Norway*. Available: <http://gyroconference.event123.no/Avinor/IBSC/pop.cfm?FuseAction=Doc&pAction=View&pDocumentId=38494>. Accessed [7 May 2013].
- Transport Canada. (2008). *TP 8240E – Airport Wildlife Management Bulletin No.40*, 06/2008. Available: <http://www.tc.gc.ca/eng/civilaviation/publications/tp8240-awmb38-appendix-b-5033.htm>. Accessed [1 June 2013].
- Transport Canada. (2012) *Safety above All: a coordinated approach to airport-vicinity wildlife management*. Aerodromes and Air Navigation Branch, Wildlife Division, Available: <http://www.tc.gc.ca/eng/civilaviation/publications/tp8240-awmb38-appendix-a-5031.htm>. Accessed [2 June 2013].
- Zakrajsek, EJ; Bissonette, JA. (2005) Ranking the risk of wildlife species hazardous to military aircraft, *Wildlife Society Bulletin* 33(1).

## APPENDIX A

SURVEY QUESTIONNAIRE FOR AIRPORT WILDLIFE HAZARD MANAGERS  
**“Integration of Wildlife Hazard Management into an Airport’s Safety Management System and Sustainable Development”**

A Master-Thesis’ Questionnaire by Dionysios Ntampakis, Master of Aviation Management, Wildau Institute of Technology,  
 Technical University of Applied Sciences Wildau, Germany

*(all information will be treated confidentially and results will be presented anonymously)*

<b>Airport Name:</b>		
<b>Airport Wildlife Hazard Manager / Date:</b>		
<b>Information Review</b>	<b>Yes/No</b>	<b>Comments/Observations</b>
<b>Wildlife Hazard Management Plan</b>		
<b>Which of the following parameters do you use for the wildlife strike risk assessment?</b>		
Ecological / Behavioural parameters (such as flocking behavior of birds, migration patterns, or habitat preference)?		
Do you identify species for your risk assessment?		
Do you use number of strikes from past records to assess wildlife strike risk?		
Do you use a specific method to assess wildlife strike risk? If yes, please name the method		
Do the results from wildlife risk assessment affect decision making and wildlife control methods? If yes, explain how		
<b>Review of Wildlife Control actions</b>		
Pyrotechnics (if yes, which type? Automated system?)		
Fencing		
Lethal control / trapping		
Nest removal		
Other		
Do you control land use activities at the periphery of the airport?		
<b>Assurance of Wildlife Hazard Management</b>		
Is there an audit for the Wildlife Hazard Management Plan? By an external or an internal agent? Frequency?		
Are there any procedures in place to review wildlife hazards for continuous improvement purposes?		
Is there a Safety Committee that reviews performance?		
Does the Safety Committee include personnel from the Wildlife Hazard Team?		
Are there any other safety action groups?		
<b>Integration with the Airport’s SMS</b>		
<b>Yes / No</b>	<b>Comments / Observations</b>	
Who is responsible to report wildlife strikes at the airport and in which form?		
Have you received voluntary wildlife hazard/threat reporting? (through SMS forms)		
Did these reports (SMS forms) affect the Wildlife Hazard Management Plan?		
Have mentioned wildlife hazards (on SMS forms) brought about difficulties or exposed mistakes of the Wildlife Control Team?		

Have any preventive / corrective actions taken place?		
Are there any briefings (formal or informal) between the Wildlife Hazard Manager and the Safety Manager?		
Is there any training on SMS provided to the Wildlife Hazard Management Team?		
Is it ensured at the airport that all wildlife strikes are reported? If yes how?		
<b>Integration with the Airport's Sustainable Development Strategy</b>		
Is there a specialized department with a manager responsible for sustainability initiatives at the airport?		
<b>Environmental Initiatives</b>		
Are there any species protected at the airport?		
Does the airport support any biodiversity conservation programmes?		
Is there any sustainable use of land / or countryside initiatives?		
Are there any areas set aside inside the airport for nature conservation?		
<b>Economic and Social Sustainability</b>		
	<b>Yes / No</b>	<b>Comments / Observations</b>
Do you hire local people for the Wildlife Hazard Management Plan?		
Do you purchase equipment from local businesses?		
Do the businesses you purchase the equipment adopt environmental friendly practices?		
Do you sponsor with financial contributions any Non-Governmental Organizations?		
Do you quantify airport monetary savings from the application of the Wildlife Hazard Management Plan?		
Do you make any contributions to Research & Development?		
Is there any awareness training on environmental issues?		
Do you report publicly the airport's performance regarding conservation of natural resources?		
Do you consider improving the cooperation with the Civil Aviation Authority? If yes, in which ways?		

## APPENDIX B

## SURVEY QUESTIONNAIRE FOR AIRPORT SAFETY MANAGERS

**“Integration of Wildlife Hazard Management into an Airport’s Safety Management System and Sustainable Development”**

A Master-Thesis’ Questionnaire by Dionysios Ntampakis, Master of Aviation Management, Wildau Institute of Technology, Technical University of Applied Sciences Wildau, Germany.

*(all information will be treated confidentially and results will be presented anonymously)*

<b>Airport Name:</b>		
<b>Airport Representative / Date:</b>		
<b>Information Review</b>	<b>Yes/No</b>	<b>Comments/Observations</b>
<b>Safety Management System</b>		
<b>Management Commitment and Responsibility</b>		
Is there a safety policy in place?		
Does the safety policy reflect senior management commitment regarding safety management?		
Is the safety policy communicated throughout the organization? If yes, how?		
<b>Safety Accountabilities</b>		
Is there a Safety Management System in place at the airport? If yes, since when?		
Is there any Accountable/Executive responsible for the implementation of SMS?		
Does this executive have final authority over all aviation activities of the organization?		
Is there a Safety Committee reviewing performance?		
Does this Safety Committee include personnel responsible for the Wildlife Hazard Management Plan at the airport?		
Are there any other safety action groups?		
<b>SMS documentation</b>		
Who reports wildlife strikes at the airport and in which form?		
Is wildlife strike data included in the SMS database?		
Are wildlife control activities included in the SMS database? If yes, how often data is updated?		
Is it ensured at the airport that all wildlife strikes are reported? If yes how?		
<b>Safety Risk Management</b>		
The SMS methodology is a proactive approach. Reactively, for real life outcomes, do you use another method to assess risk? If yes, which one?		
Is there an SMS form (anonymous or through intranet) for hazard reporting? Is it available to all employees?		
When an SMS form delivers information on hazards by a named person, do you provide feedback to this person on actions taken thereafter?		
Have you received voluntary wildlife hazard/threat reporting? (through SMS forms)		
Did these SMS forms affect the Wildlife Hazard Management Plan?		

Did the mentioned wildlife hazards (on SMS forms) bring about difficulties or expose mistakes of the Wildlife Control Team?		
Have any preventive / corrective actions taken place?		
Are there any briefings (formal or informal) between the Wildlife Hazard Manager and the Safety Manager?		
Is there any training on SMS provided to the Wildlife Hazard Management Team?		
Do you consider improving the cooperation with the Civil Aviation Authority? If yes, in which ways?		



## Relação entre resíduo sólido urbano e urubus-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*): um perigo para as aeronaves no Aeroporto de Ilhéus (SBIL)

Weber Galvão Novaes<sup>1,3</sup>, Martin Roberto Del Valle Alvarez<sup>2</sup>

1 Universidade Estadual de Santa Cruz, Programa de Pós-Graduação em Zoologia, Ilhéus-Bahia.

2 Universidade Estadual de Santa Cruz, Departamento de Ciências Biológicas, Ilhéus-Bahia

3 [webernovaes@gmail.com](mailto:webernovaes@gmail.com)

**RESUMO:** Os urubus-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*) têm sido uma das espécies com maior incidência de colisões com aeronaves no Brasil. Este estudo investigou a relação entre as atividades com potencial de atração de aves e a presença de urubus no entorno do Aeroporto de Ilhéus, Bahia, Brasil. Entre janeiro e dezembro de 2006 foram realizados censos semanais em nove pontos que apresentavam diferentes tipos de uso do solo. O número de urubus foi positivamente correlacionado com a quantidade de resíduos sólidos existentes no local. Os locais onde foram observadas as maiores quantidades de aves foram o matadouro, o mercado central, o porto e o vazadouro de lixo, representando assim focos atrativos dessa espécie. Como a presença de focos atrativos nas proximidades de aeródromos causa grande risco às aeronaves, os resultados obtidos neste estudo demonstram que as atividades que aumentam a oferta de alimento devem ser bem reguladas e melhor executadas, evitando que os resíduos sólidos fiquem expostos e facilmente acessados pelos urubus na Área de Segurança Aeroportuária (ASA) dos aeródromos.

**Palavras chave:** Aeródromos. Área de Segurança Aeroportuária. Risco de Fauna. Urubus. Uso do Solo.

## Relationship between urban solid waste and Black Vultures (*Coragyps atratus*): a hazard to aircraft in the Ilhéus Airport (SBIL)

**ABSTRACT:** Black Vultures (*Coragyps atratus*) have been one of the bird species with higher incidence of collision with aircraft in Brazil. This study has investigated the relationship between activities with a potential for bird attraction and the presence of black vultures in the surrounding area of Ilhéus Airport, Bahia, Brazil. Between January and December 2006, weekly censuses were carried out on nine spots that featured different kinds of land use. The number of black vultures was positively correlated with the amount of solid residues existing in the area. The locations at which the largest number of black vultures was observed were the slaughterhouse, the central market, the harbor, and the solid waste landfill, all of which represented points of attraction for this species. Since the aforementioned points of attraction in the proximity of aerodromes pose great threat to the aircraft, the results obtained in this study show that those activities which increase the food supply for the birds must be well regulated and better implemented, so as to prevent the solid residues from being exposed and easily accessed by black vultures in the Air Safety Area (ASA) of the aerodromes.

**Key words:** Aerodromes. Airport Safety Area. Wildlife Strike Risk. Vultures. Land Use.

**Citação:** Novaes, WG & Alvarez, MRDV. (2014) Relação entre resíduo sólido urbano e urubus-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*): um perigo para as aeronaves no aeroporto de ilhéus (SBIL). *Revista Conexão Sipaer*, Vol. 5, No. 1, pp. 22-29.

**Recebido** 08 novembro 2013; **Aceito** 22 março 2014; **Publicado** 30 abril 2014

### 1 INTRODUÇÃO

Os urubus-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*) se alimentam principalmente de matéria orgânica em decomposição, tendo se adaptado muito bem ao uso dos resíduos sólidos (lixo) gerados pelo ser humano (Buckley, 1999; Sazima, 2007; Carrete et al., 2009). Estudos mostraram que, entre 1980 e 2002, a taxa anual de crescimento populacional dessa espécie nos Estados Unidos foi de aproximadamente 10% (Sauer et al., 2008; Avery 2004), apresentando uma avançada ocupação desde o norte desse país, por toda a América Central e do Sul (Buckley, 1999; Avery, 2004; Blackwell et al., 2007; Carrete et al., 2010). Os ambientes urbanos têm sido cada vez mais explorados por esta espécie devido à grande oferta de resíduos sólidos orgânicos de origem antrópica (Novaes, 2013; Novaes & Cintra, 2013).

O fator mais importante na determinação da área de vida dos urubus-de-cabeça-preta é a disponibilidade de alimento (Devault et al., 2004). Por isso, o ambiente urbano pode ser altamente atrativo a esta ave. No entanto, o aumento

populacional destas aves nas cidades tem gerado sérios conflitos com o ser humano. Dentre esses conflitos estão ataques a animais de criação (Lowney, 1999; Avery & Cummings, 2004), incômodo causado por ninhos e dormitórios (Hill & Neto, 1991; Lowney, 1999), danos causados às torres de comunicação (Avery et al., 2002) e colisões com aeronaves (Devault et al., 2005; Blackwell & Wright, 2006; Avery et al., 2011).

Na aviação, os urubus são tidos como um dos grupos de aves que oferecem maior risco devido ao seu peso e ao comportamento de voo em bando (Dolbeer et al., 2000; Zakrajsek & Bissonette, 2005; Avery et al., 2011). Na aviação civil americana, cerca de 67% das colisões com urubus resultaram em algum tipo de dano para a aeronave (Dolbeer et al., 2000). De acordo com a Força Aérea Americana (USAF), colisões com urubus-de-cabeça-preta representaram um custo de aproximadamente US\$ 25 milhões (USAF, 2009). No Brasil, o Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (Cenipa) registrou, entre 2000 e 2011, 983

colisões entre urubus e aeronaves (CENIPA, 2012). Novaes e Alvarez (2010) mostraram que 65% das colisões reportadas em 10 aeroportos nordestinos foram com urubus, e que o Aeroporto de Ilhéus – Jorge Amado (SBIL) foi o que apresentou o maior índice de colisões, sendo este grupo de aves o mais comum nas colisões neste aeroporto.

O desenvolvimento de determinadas atividades humanas nas proximidades de aeródromos pode gerar grande quantidade de resíduos sólidos, principalmente de origem orgânica (Oliveira & Pontes, 2012). Cerca de 65% dos resíduos sólidos domiciliares são compostos de matéria orgânica (Jardim & Wells, 1995), conseqüentemente, a ineficiência dos serviços de coleta pode fazer com que estes resíduos fiquem disponíveis, implicando na atração de urubus para o entorno dos aeródromos, aumentando o risco de colisões por aeronaves. Diante desta situação, fica claro que medidas de gerenciamento precisam ser tomadas para mitigar o risco de colisões entre aeronaves e urubus. Uma das medidas adotadas recentemente no Brasil foi a Lei nº 12.725, sancionada pela Presidência da República, que determina a Área de Segurança Aeroportuária (ASA), área circular do território de um ou mais municípios, definida a partir do centro geométrico da maior pista do aeródromo ou do aeródromo militar, com 20km (vinte quilômetros) de raio, na qual o uso e ocupação estão sujeitos a restrições especiais em função da natureza da atividade atrativa de fauna (Governo Brasileiro, 2012).

No entanto, entender como os fatores atrativos às aves, principalmente aqueles relacionados às fontes de alimento, influenciam na distribuição destas é fundamental para o manejo eficaz das espécies. O objetivo deste estudo foi demonstrar como algumas atividades humanas desenvolvidas na ASA do SBIL podem gerar grande quantidade de resíduos e, como consequência, atrair urubus-de-cabeça-preta, aumentando o risco de colisões com aeronaves.

## 2 METODOLOGIA

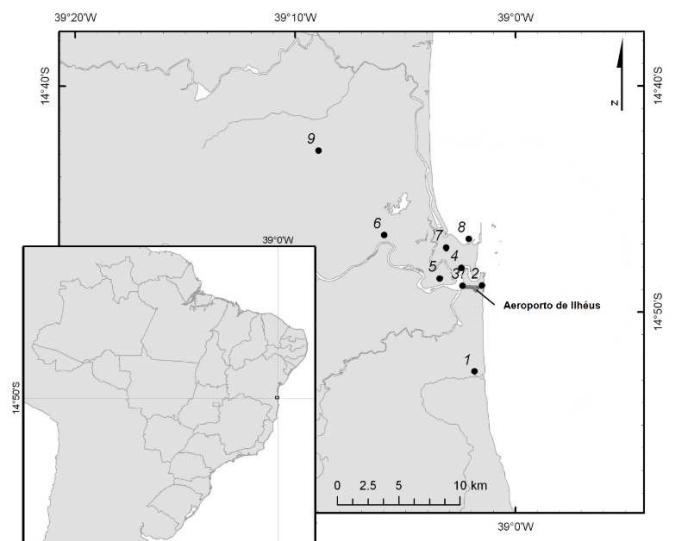
### 2.1 ÁREA DE ESTUDO

Este estudo foi realizado na ASA do SBIL. Ilhéus é uma cidade de médio porte, localizada no Litoral Sul da Bahia, na Região Nordeste do Brasil, que tem uma população de aproximadamente 180.000 habitantes. A economia local é baseada no turismo, indústria, agricultura e pecuária (IBGE, 2012). O clima da região é definido como tropical, com temperatura média de 25°C e precipitação anual de aproximadamente 2.000mm. A vegetação nativa na região é classificada como floresta tropical úmida (Thomas et al., 1998; Faria et al., 2006).

### 2.2 DELINEAMENTO AMOSTRAL

Para a realização deste estudo foram selecionados nove pontos de observação, todos localizados até 20km de distância de SBIL, ou seja, dentro de sua ASA, em diferentes locais da cidade, que tradicionalmente são considerados focos atrativos de aves, tais como lixões, feiras, terminal pesqueiro, entre

outros. Pois, em tais locais, normalmente há acúmulo de resíduos orgânicos em virtude das atividades neles realizadas (Figura 1).



**Figura 1:** Pontos de amostragem de urubus-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*) na cidade de Ilhéus, Bahia, Brasil. 1: Antigo lixão; 2: Praia do Opaba; 3: Aeroporto Jorge Amado; 4: Antigo porto; 5: Bairro Teotônio Vilela; 6: Matadouro Municipal; 7: Central de abastecimento; 8: Praia do Malhado; 9: Aterro sanitário

Os nove locais selecionados foram:

- Antigo lixão** (14°52'39.72"S; 39°01'52.20"W): até o ano de 2003 funcionava neste local o vazadouro de lixo da Cidade de Ilhéus;
- Praia do Opaba** (14°48'51.16"S; 39°01'31.41"W): praia localizada próximo à cabeceira 29 do aeródromo, na Zona Sul de Ilhéus;
- Aeroporto de Ilhéus (SBIL)** (14°48'52.16"S; 39°02'24.49"W): o ponto de observação estava localizado na cabeceira 11, próximo ao Rio Santana;
- Antigo Porto de Ilhéus** (14°48'04.75"S; 39°02'27.64"W): local onde funciona um terminal pesqueiro, no Centro de Ilhéus;
- Bairro Teotônio Vilela** (14°48'33.24"S; 39°03'27.39"W): um dos bairros mais carentes da cidade;
- Matadouro Municipal** (14°46'37.98"S; 39°05'58.16"W): localizado no Distrito do Banco da Vitória, a oeste da Cidade de Ilhéus;
- Central de Abastecimento de Ilhéus** (14°47'10.71"S; 39°03'09.43"W): maior centro comercial da cidade;
- Praia do Malhado** (14°46'48.16"S; 39°02'07.77"W): localizada próximo ao Porto de Ilhéus onde há presença de vários pescadores artesanais; e
- Vazadouro de lixo** (14°42'53.55"S; 39°08'57.37"W): local de descarte de resíduo coletado no Município de Ilhéus.

Os pontos de observação foram caracterizados de acordo com o estado sanitário (presença de esgoto a céu aberto), a presença e a composição de resíduos de origem orgânica (restos de comida, peixe, carne, ossos, etc.) e a forma pela qual os resíduos estavam acondicionados nos locais. O lixo encontrado em cada ponto de observação foi classificado de 0 a 10, de acordo com os parâmetros mostrados na Tabela 1.

**Tabela 1:** Critério de classificação da quantidade de resíduo sólido encontrado nos pontos de observação na Área de Segurança Aeroportuária (ASA) do Aeroporto de Ilhéus (SBIL), Bahia, Brasil

Quantidade de lixo	Classificação
Nenhuma quantidade de lixo no local	0
Entre 1e 5,9kg	1
Entre 6 e 25,9kg	2
Entre 26 e 50,9kg	3
Entre 51 e 100,9kg	4
Entre 101 e 250,9kg	5
Entre 251 e 500,9kg	6
Entre 501 e 1.000,9kg	7
Entre 1.000 e 5.000,9kg	8
Entre 5.001 e 10.000	9
Acima de 10.000kg	10

As atividades humanas desenvolvidas em cada local também foram classificadas de acordo com o tipo de construção; a existência e o tipo de comércio, a presença de pescadores e a existência de cultivo agrícola. A área considerada para classificação do ponto foi de, aproximadamente, 1km<sup>2</sup>.

Cada ponto de observação foi visitado uma vez por semana, de janeiro a dezembro de 2006, para quantificar os urubus-de-cabeça-preta presentes. Para a amostragem foi utilizada a metodologia de ponto fixo (Ralph et al., 1995). Para calcular a quantidade de urubus, foram feitas contagens a cada 5 minutos, durante 15 minutos, obtendo-se uma média com base em três contagens. Todos os urubus que estavam pousados ou sobrevoando cada ponto foram registrados. As observações ocorreram em dois períodos do dia, entre 08:00 e 12:00 e entre 13:00 e 17:00. Devido à diminuição da atividade dos urubus e à dificuldade em observá-los, não foram realizadas contagens em momentos de chuva.

### 2.3 ANÁLISE DOS DADOS

Para demonstrar diferenças nas quantidades de urubus entre os pontos, foi utilizado o boxplot (diagrama de caixas) que apresenta a mediana e os quartis das quantidades de urubus encontrados em cada ponto de observação. Para avaliar possíveis diferenças nas quantidades de urubus em cada ponto de observação, foi utilizada a Análise de Variância simples (one way ANOVA), e para identificar as variações nas diferenças entre os pontos foi utilizado o teste de Tukey (Quinn & Keough, 2002). Para investigar a relação entre a quantidade de resíduos sólidos e a quantidade de urubus observada no local, foi feito o teste de correlação de Pearson (Quinn & Keough, 2002).

## 3 RESULTADOS

### 3.1 QUANTIDADE DE URUBUS-DE-CABEÇA-PRETA NOS PONTOS DE OBSERVAÇÃO

Foi observada grande variação na quantidade de urubus-de-cabeça-preta entre os pontos de observação (ANOVA = 214,5,  $P < 0,01$ ), sendo a central de abastecimento e o vazadouro de lixo os locais de maior concentração de urubus quando comparados aos demais pontos (Teste de Tukey,  $P <$

0,01) (Figura 2), locais onde a quantidade de resíduos sólidos orgânicos foi superior a oito (Tabela 2).

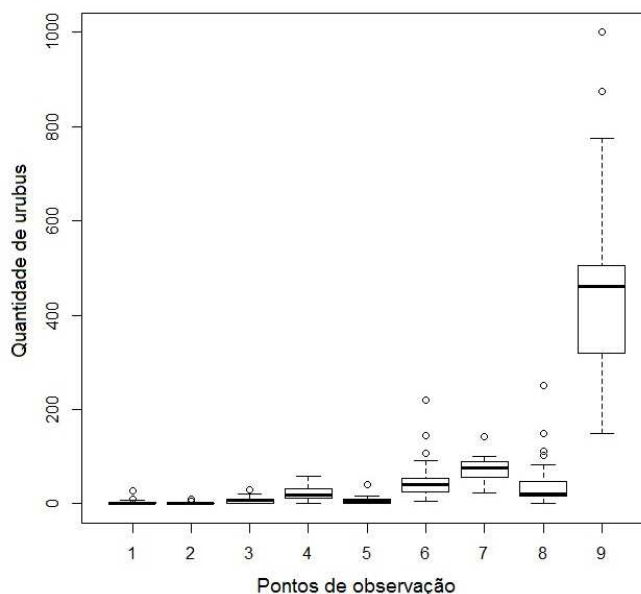


Figura 2: Boxplot com número de urubus-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*) observados em nove pontos de observação em Ilhéus, Bahia, Brasil em 2006. 1: antigo lixão; 2: Praia do Opaba; 3: Aeroporto Jorge Amado; 4: antigo porto; 5: Bairro Teotônio Vilela; 6: matadouro; 7: central de abastecimento; 8: Praia do Malhado; 9: aterro sanitário

A quantidade de urubus foi positivamente correlacionada com a quantidade de resíduos sólidos orgânicos disponíveis no local (teste de correlação de Pearson,  $r = 0,91$ ,  $P < 0,001$ ) (Figura 3).

### 3.2 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS, ESTADO SANITÁRIO DE CADA PONTO E A PRESENÇA DE URUBUS-DE-CABEÇA-PRETA

#### 3.2.1 ANTIGO LIXÃO

Nesta área funcionava o antigo vazadouro de lixo da Cidade de Ilhéus e apesar de ter sido observada a presença de resíduos secos (ex. plástico), o descarte de resíduos orgânicos foi descontinuado antes da realização deste estudo.

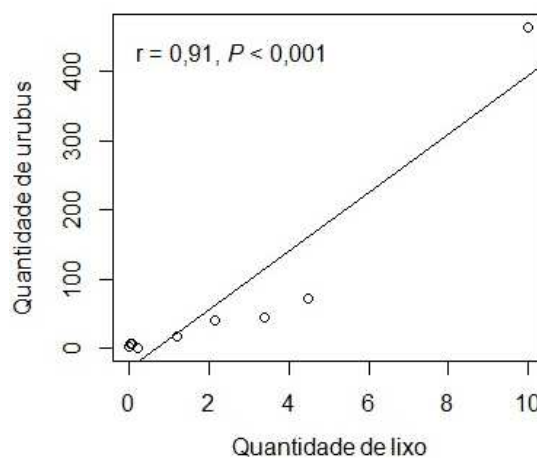


Figura 3: Relação entre o número de urubus-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*) e a quantidade de resíduos orgânicos em Ilhéus – Bahia – Brasil

A área era habitada por algumas famílias que cultivavam banana, mandioca, milho e hortaliças, além da criação de gado. Apesar de esta área já ter sido utilizada como depósito de lixo,

foi observado um bom estado sanitário na superfície do solo, não sendo identificado acúmulo de resíduo orgânico (Tabela 2); em consequência, poucos urubus foram vistos no local (Figura 4).

### 3.2.2 PRAIA DO OPABA

Esta era uma área tipicamente residencial bastante frequentada por banhistas. No local havia um hotel de médio porte e alguns restaurantes especializados em pescado, o que culminava na geração de resíduos orgânicos que poderiam ser atrativos aos urubus. No entanto, durante o estudo foi observada a presença de pequena quantidade de resíduos orgânicos nessa área, sendo seu estado sanitário adequado e pouco atrativo aos urubus (Tabela 2).

### 3.2.3 AEROPORTO DE ILHÉUS

O Aeroporto de Ilhéus (SBIL) é localizado em uma região densamente urbanizada, sendo o ponto de observação cercado por áreas residenciais, pelo Oceano Atlântico e pelo Rio Santana, onde existe um manguezal, que apesar de bem protegido por fazer parte do sítio aeroportuário, apresentava eventualmente, próximo ao muro do aeroporto, sacolas de lixo e até mesmo animais mortos jogados pela população que vivia no local (Tabela 2). Como resultado, era comum a presença de alguns urubus na área, tendo uma média superior a sete indivíduos (Figura 4).

### 3.2.4 ANTIGO PORTO DE ILHÉUS

Neste local funciona um porto de pequena capacidade, utilizado principalmente para o desembarque de pescado (camarão) (Tabela 2). A situação sanitária no local não era adequada, pois durante a realização de alguns dos censos foram observados dutos de escoamento de esgoto vazando, tendo sido observada uma maior variação na quantidade de urubus, com uma média de 18,7 indivíduos (Figura 4).

### 3.2.5 BAIRRO TEOTÔNIO VILELA

O ponto de observação estava próximo ao Rio Cachoeira e mesmo sendo um bairro bastante carente, não foi observado descarte de lixo na área de amostragem e a situação sanitária foi considerada adequada, pois a quantidade de resíduos encontrada no local foi classificada como 2, ou seja, quantidades inferiores a 25kg (Tabela 2). No entanto, nas proximidades existem áreas verdes que foram consideradas potencialmente atrativas aos urubus como dormitórios e locais de reprodução. Assim, foi comum observar urubus utilizando áreas verdes como poleiros e locais de descanso, entretanto não foram observados urubus utilizando a área para forragear (Figura 4).

### 3.2.6 MATADOURO MUNICIPAL

Este matadouro foi desativado pouco tempo depois da realização deste estudo, mas durante o período de amostragem, toda a carne de gado consumida na Cidade de Ilhéus era abatida neste local. Neste período, foi observada grande quantidade de resíduos, oriundos dos animais abatidos,

descartados no entorno do matadouro e em áreas próximas, em ramais do Distrito Banco da Vitória (Tabela 2). Consequentemente, o número de urubus contabilizados neste local foi de 44 indivíduos em média (Figura 4).

### 3.2.7 CENTRAL DE ABASTECIMENTO

Nesta área eram comercializados diversos tipos de alimentos, como vegetais, carne, pescado, dentre outros. No entanto, principalmente próximos aos boxes de carne e peixe havia grande quantidade de resíduos de origem orgânica acondicionados em grandes lixeiras abertas (do tipo *container*). Em virtude da grande quantidade de resíduos gerados no local, estas lixeiras foram substituídas por caminhões caçamba abertos que ficavam na feira, ao longo de todo o dia, acondicionando o lixo (Tabela 2). Como resultado, a quantidade de urubus no local foi considerada alta, tendo sido observada média superior a 70 indivíduos (Figura 4).

### 3.2.8 PRAIA DO MALHADO

Esta área era caracterizada por um mosaico de bairros residenciais, remanescente florestal e a praia propriamente dita, onde existiam associações de pescadores e o porto da Cidade de Ilhéus. O estado sanitário desta praia era bastante crítico, já que dutos de esgoto doméstico desaguavam diretamente no mar. Além disso, durante o período do estudo, observou-se que as atividades dos pescadores artesanais geravam restos de pescado deixados no local (Tabela 2). A existência de áreas verdes também favorecia a presença de urubus, que as utilizavam como dormitórios. Essas características fizeram com que esta área fosse frequentemente utilizada pelos urubus, sendo observados, em média, 40 indivíduos (Figura 4).

### 3.2.9 VAZADOURO DE LIXO

O vazadouro de lixo de Ilhéus está localizado numa região circundada por grandes áreas de floresta (Tabela 2). Embora ele tenha sido planejado para ser um aterro sanitário, ou seja, um método para disposição final dos resíduos sólidos urbanos, sobre terreno natural, através do seu confinamento em camadas cobertas com material inerte, geralmente solo (Jardim & Wells, 1995), todo o lixo descartado neste local ficava exposto, caracterizando-o assim como um vazadouro de lixo a céu aberto. Em virtude disso, era comum observar centenas de urubus utilizando o local para forragear, tendo sido registrada, em média, a presença de 463 indivíduos nesta área (Tabela 2 e Figura 4).

## 4 DISCUSSÃO

A presença de urubus-de-cabeça-preta nas áreas visitadas durante este estudo esteve associada principalmente à quantidade de resíduos orgânicos (lixo). Locais como a central de abastecimento e o vazadouro de lixo apresentaram abundâncias superiores a 40 urubus-de-cabeça-preta. Os procedimentos operacionais de saneamento básico nas áreas estudadas ocorriam de forma inadequada, onde o lixo ficava

**Tabela 2:** Pontos de amostragem, descrição dos pontos, quantidade de urubus-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*) e distância dos pontos para o Aeroporto Jorge Amado, em Ilhéus, Bahia, Brasil

Local	Principal atividade desenvolvida no local	Esgoto a céu aberto	Quantidade de lixo <sup>a</sup>	Quantidade de urubus		Distância do aeródromo (km)
				Média	DV <sup>b</sup>	
Antigo Lixão	Cultivo agrícola	Não	0	2.75	3.88	7.0
Praia do Opaba	Residencial e lazer	Não	1	1.4	2.78	0.1
Aeroporto de Ilhéus	Área aeroportuária	Não	1	7.3	8.98	0.0
Antigo Porto	Desembarque de pescado	Sim	1	18.75	18.03	1.9
Bairro Teotônio Vilela	Residencial	Não	2	6.9	9.11	2.4
Matadouro Municipal	Abate de gado	Não	6	44.46	43.82	8.0
Central de abastecimento	Comércio de alimentos	Sim	8	73.32	25.31	3.5
Praia do Malhado	Pesca artesanal e zona portuária	Sim	3	40.04	55.23	3.6
Vazadouro de lixo	Vazadouro de resíduos sólidos	Não	10	463.81	202.25	16.0

<sup>a</sup>Crítérios de classificação descritos na Tabela 1. <sup>b</sup>Desvio Padrão.

exposto constantemente ao longo de todo o dia, facilitando o acesso dos urubus aos resíduos orgânicos.

O uso de áreas onde há grande oferta de resíduos sólidos por urubus-de-cabeça-preta é um fato comum também em outras partes do Brasil, da América do Sul e Central. Novaes (2013) demonstrou que, em Manaus, capital do estado do Amazonas, região Norte do Brasil, os urubus-de-cabeça-preta presentes na área urbana estavam associados a grandes lixeiras abertas, utilizadas principalmente em feiras-livres da cidade. Alvarez et al. (1996) identificaram associação dos urubus-de-cabeça-preta com vazadouros de lixo em cidades na Venezuela. Em outras cidades da América Central e do Sul, é comum a presença de urubus-de-cabeça-preta nos centros urbanos, onde eles estão associados com as residências humanas e se alimentam ao longo das ruas, em lixeiras viciadas e em torno de matadouros (Buckley, 1999). Nos Estados Unidos era comum observar urubus-de-cabeça-preta nas cidades, no entanto, após rígidas leis sanitárias, estas espécies deixaram de frequentar o ambiente urbano, passando a utilizar ambientes rurais e suburbanos (Buckley, 1999).

Os urubus-de-cabeça-preta são capazes de ajustar sua área de vida, seus movimentos e até mesmo o seu comportamento de voo de acordo com as condições da área em que vivem, especialmente em relação às condições das fontes de alimento (Coleman & Fraser, 1989; Devault et al., 2004). A presença constante de alimento, em locais como matadouros, feiras-livres e vazadouros de lixo, similar ao que foi observado neste estudo, faz com que recursos alimentares estejam sempre disponíveis aos urubus. Consequentemente, estas aves ajustam seu comportamento de forma a economizar energia, reutilizando as mesmas áreas, sem a necessidade de procurar pelo alimento.

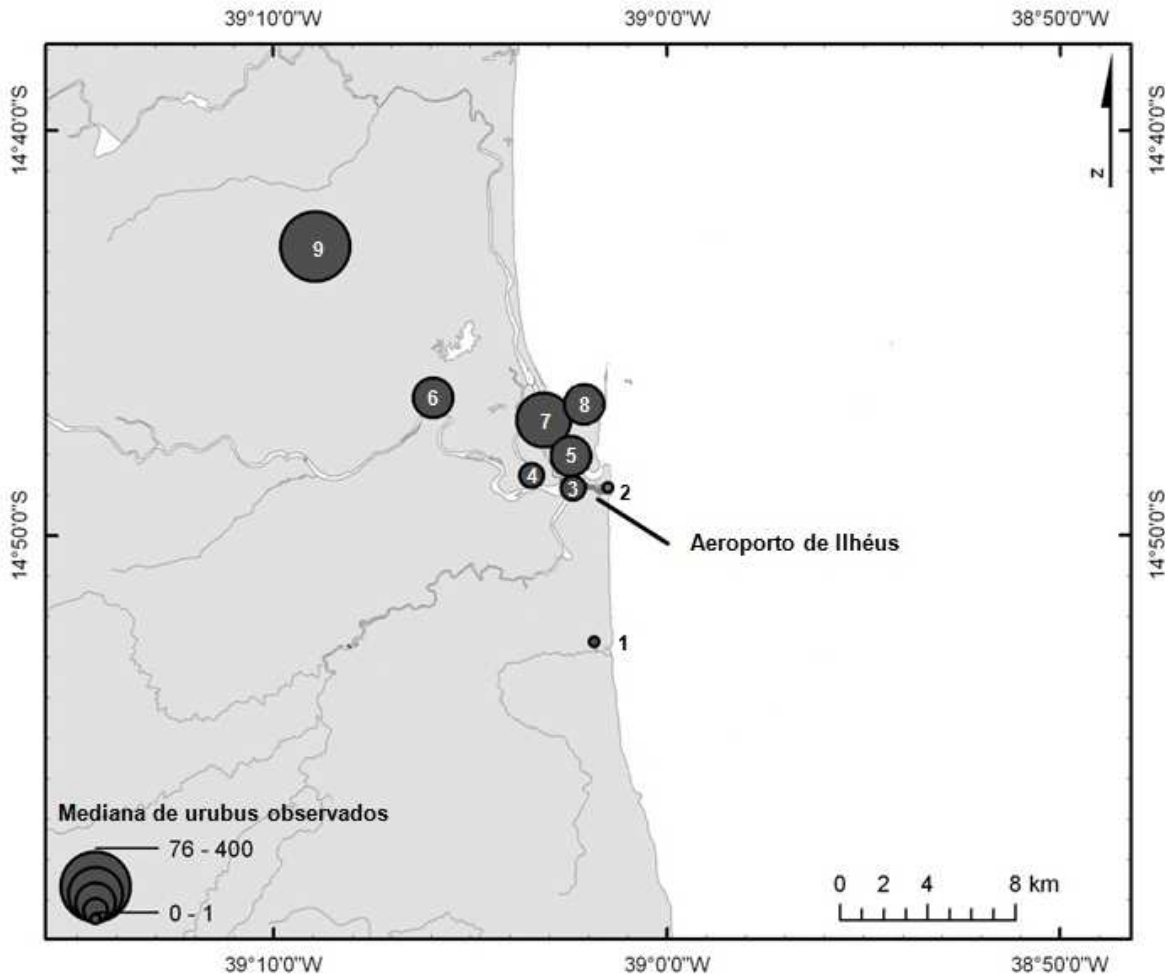
No entanto, não foram somente as fontes de alimento que se configuraram como um fator importante para a presença de urubus-de-cabeça-preta nas áreas onde foram feitas as amostragens. Na Praia do Malhado e no Bairro Teotônio Vilela, havia remanescentes de área verde que forneciam estruturas utilizadas pela espécie como dormitório, onde foram observadas dezenas de urubus chegando a estas áreas no fim da tarde. Normalmente, o dormitório comunitário é um dos principais fatores que influenciam no uso do habitat por urubus-de-cabeça-preta (Buckley, 1999; Devault et al., 2004),

sendo considerado por Devault et al. (2004) como o centro das áreas de vida da espécie.

No entanto, Novaes e Cintra (2013) demonstraram que quanto mais próximo da fonte de alimento, maior é a probabilidade de uma área ser utilizada como dormitório. Ou seja, o principal fator para a determinação dos locais de pernoite para estas aves é a disponibilidade de alimento nas proximidades. Os dormitórios de urubus são estruturas que merecem atenção, já que nestas áreas podem se concentrar centenas de indivíduos (Rabenold, 1997), no entanto, a melhor medida de controle desses dormitórios é a redução da oferta de alimento nas áreas em que estas aves representam risco.

Existem restrições de implantação de atividades que sejam atrativas às aves na ASA de um aeródromo, e aquelas atividades em funcionamento devem se adequar para minimizar seu potencial atrativo. Neste estudo, todas as áreas investigadas estão localizadas dentro da ASA do SBIL. A presença de focos atrativos aos urubus em um raio de 20km de um aeródromo representa risco elevado para a aviação devido ao comportamento destas aves. Embora a maioria das colisões com aves ocorram durante as fases de pouso e decolagem, ou seja, abaixo de 150m de altura em relação ao solo, as colisões com urubus-de-cabeça-preta ocorrem frequentemente nas fases de aproximação, acima de 150m, portanto, fora do ambiente aeroportuário (Novaes & Alvarez, 2010).

Nos Estados Unidos, de 1990 a 2004, 45,5% das colisões com urubus ocorreram acima dos 150m de altura e no Nordeste do Brasil, de 1985 a 2009, 43% ocorreram nas fases de aproximação, sendo que em Ilhéus, 42,8% também ocorreram nesta fase de voo (Blackwell & Wright, 2006; Novaes & Alvarez, 2010). A concentração de colisões com urubus nas fases do voo acima de 150m de altura decorre do comportamento de voo destas aves. De acordo com Devault et al. (2005), urubus-de-cabeça-preta voam a uma altura média de 169m, mas podem atingir alturas acima de 550m. Avery et al. (2011) registraram alturas de voo de urubus-de-cabeça-preta acima de 1.578m e mais de 50% dos registros de voo desta espécie estavam acima dos 100m. Durante o período do meio do dia, os urubus-de-cabeça-preta voam consistentemente acima dos 150m (Avery et al., 2011). Desta maneira, mesmo distante dos aeródromos, os urubus podem voar em alturas similares às das aeronaves em aproximação,



**Figura 4:** Representação da mediana de urubus-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*) observados em cada ponto de observação em Ilhéus – Bahia – Brasil. 1: antigo lixão; 2: Praia do Opaba; 3: Aeroporto Jorge Amado; 4: antigo porto; 5: Bairro Teotônio Vilela; 6: matadouro; 7: central de abastecimento; 8: Praia do Malhado; 9: aterro sanitário

e quando este voo se sobrepõe às rotas de aeronaves, há risco elevado de ocorrerem colisões.

## 5 CONCLUSÃO

O aumento na incidência de colisões em áreas do entorno dos aeródromos evidencia a necessidade de esforços para eliminar focos atrativos de aves nessas áreas. O desenvolvimento de estratégias para evitar colisões com aves deve considerar o comportamento apresentado pelas espécies de aves que frequentam este entorno, chamado no Brasil de ASA. No caso dos urubus-de-cabeça-preta, os programas de gerenciamento devem se concentrar na redução do potencial atrativo dos focos destas aves existentes na ASA, principalmente aqueles relacionados à oferta de alimento. No caso específico de Ilhéus, resultados positivos para a redução do risco de colisões entre aeronaves e urubus podem ser alcançados através de ações como:

- Reestruturação da central de abastecimento, através da melhoria no armazenamento e coleta dos resíduos;
- Adequação das estruturas nas áreas onde há desembarque de pescado, evitando vazamentos e descarte de peixes nestas áreas;
- Revitalização do sistema de esgoto, evitando que

haja despejo diretamente nas praias, como ocorre na Praia do Malhado;

d) Substituir o vazadouro de lixo da cidade por aterro sanitário, de forma que os resíduos sejam aterrados, evitando assim acesso dos urubus à fonte de alimento;

e) Melhoria no sistema de coleta e de armazenamento de resíduos através do uso de lixeiras com tampa em toda a cidade;

f) Monitoramento da população de urubus presente na Cidade de Ilhéus, tentando descrever o comportamento e uso do habitat, evidenciando os principais locais utilizados para alimentação e repouso; e

g) Ações de educação ambiental com feirantes, pescadores e comunidade em geral para sensibilizá-los quanto ao risco de se acumular lixo e conseqüentemente atraírem urubus para áreas de influência do aeroporto.

## AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer a INFRAERO pelo apoio logístico; ao Sr. Edylson Santos, superintendente da INFRAERO-Ilhéus na época do estudo, a Marco Datolli, Elcimar Maciel, Perla Marise e Rodrigo Almeida, que estiveram sempre dispostos a colaborar para este estudo; à

FAPESB (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia) pela concessão da bolsa de mestrado a Weber G. Novaes; à Deborah Faria, Yvonnick Le Pendu, Mauricio Cetra e Ana Cristina Schilling pelas sugestões; ao Gil Strenzel pela confecção dos mapas; à Janisete Silva e Kylie Patrick pela ajuda na revisão do abstract; e à Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC) e a Pós-Graduação em Zoologia pelo suporte a esta pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez, E; Ellis, HE; Smith, DG & Larue, CT. (1996) Diurnal raptors in the fragmented rain forest of the Sierra Imataca, Venezuela. In Bird, DM; Varland, D & Negro, JJ (eds), *Raptors in human landscapes: adaptations to built and cultivated environments*. Academic Press. London. pp. 263-273.
- Avery, ML; Humphrey, JS; Tillman, EA & Phares, KO. (2002) Dispersing Vulture roosts on communication towers, *Journal of Raptor Research*, Vol. 36, pp. 45-50.
- Avery, ML. (2004) Trends in North American Vulture populations, *Vertebrate Pest Conference*, Vol. 21, pp. 116-121.
- Avery, ML & Cummings, JL. (2004) Livestock Depredations by Black Vultures and Golden Eagles, *Sheep & Goat Research Journal*, Vol. 19, pp. 58-63.
- Avery, ML; Humphrey, JS; Daughtery, TS; Fischer, JW; Milleson, MP; Tillman, EA; Bruce, WE & Walter, WD. (2011) Vulture Flight Behavior and Implications for Aircraft Safety, *Journal of Wildlife Management*, Vol. 75, pp. 1581-1587.
- Blackwell, BF & Wright, SE. (2006) Collisions of Red-Tailed Hawks (*Buteo jamaicensis*), Turkey Vultures (*Cathartes aura*), and Black Vultures (*Coragyps atratus*) with aircraft: implications for bird strikes reduction, *Journal of Raptor Research*, Vol. 40, pp. 76-80.
- Blackwell, BF; Avery, ML; Watts, BD & Lowney, MS. (2007) Demographics of Black Vultures in North Carolina, *Journal of Wildlife Management*, Vol. 71, pp. 1976-1979.
- Buckley, NJ. (1996) Food finding and the influence of information, local enhancement, and communal roosting on foraging success of North American Vultures, *The Auk*, Vol. 113, pp. 473-488.
- Buckley, NJ. (1998) Interspecific competition between Vultures for preferred roost positions, *Wilson Bulletin*, Vol. 110, pp. 122-125.
- Buckley, NJ. (1999) Black Vulture (*Coragyps atratus*). In Poole, A & Gill, F (eds), *The Birds of North America*, No 411. Cornell Lab of Ornithology. Ithaca. pp. 1-17. Disponível em: <http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/411doi:10.2173/bna.411> [25 Maio 2012]
- Carrete, M; Tella, JL; Blanco, G & Bertellotti, M. (2009) Effects of habitat degradation on the abundance, richness and diversity of raptors across Neotropical biomes, *Biological Conservation*, Vol. 142, pp. 2002-2011.
- Carrete, M; Lambertucci, SA; Speziale, K; Ceballos, O; Travaini, A; Delibes, M; Hiraldo, F & Donazar, JA. (2010) Winners and losers in human-made habitats: interspecific competition outcomes in two Neotropical Vultures, *Animal Conservation*, Vol. 13, pp. 390-398.
- Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA). (2012) *Reporte de Eventos de Interesse com Fauna*, Disponível em: [http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/sigra/pesquisa\\_dadosExt](http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/sigra/pesquisa_dadosExt) [11 Fevereiro 2012].
- Coleman, JS & Fraser, JD. (1989) Habitat use and home ranges of Black and turkey Vultures, *Journal of Wildlife Management*, Vol. 53, pp. 782-792.
- Devault, TL; Reinhart, BD; Brisbin, L & Rhodes, O. (2004) Home ranges of sympatric Black and turkey Vultures in South Carolina, *The Condor*, Vol. 106, pp. 706-711.
- Devault, TL; Reinhart, BD; Brisbin, L & Rhodes, O. (2005) Flight behavior of Black and Turkey Vultures: implications for reducing bird-aircraft collisions, *Journal of Wildlife Management*, Vol. 69, pp. 601-608.
- Dolbeer, RA; Wright, SE & Cleary, EC. (2000) Ranking the hazard level of wildlife species to aviation, *Wildlife Society Bulletin*, Vol. 28, pp. 372-378.
- Dolbeer, RA. (2011) Increasing trend of damaging bird strikes with aircraft outside the airport boundary: implications for mitigation measures, *Human-Wildlife Interactions*, Vol. 5, pp. 235-248.
- Faria, D; Laps, RR; Baumgarten, J & Cetra, M. (2006) Bat and bird assemblages from forests and shade cacao plantations in two contrasting landscapes in the Atlantic Forest of southern Bahia, Brazil, *Biodiversity and Conservation*, Vol. 15, pp. 587-612.
- Governo Brasileiro. (2012) *Lei n. 12.725, de 16 de Outubro de 2012*, Dispõe sobre o controle de fauna nas imediações de aeródromos. Brasília, Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12725.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12725.htm) [11 Maio 2013].
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2012) *Cidades Brasileiras*, Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1> [11 Maio 2013].
- Hill, JR & Neto, PS. (1991) Black Vultures nesting on skyscrapers in southern Brazil, *Journal of Field Ornithology*, Vol. 62, pp. 173-176.
- Jardim, NS & Wells, C. (1995) *Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado*, IPT, CEMPRE, São Paulo.
- Lowney, MS. (1999) Damage by Black and turkey Vultures in Virginia, 1990-1996. *Wildlife Society Bulletin*, Vol. 27, pp. 715-719.
- Novaes, WG. (2007) *Diagnóstico das colisões com aves no Aeroporto Jorge Amado (Ilhéus – BA) e a influência dos urubus-de-cabeça-preta (Coragyps atratus, Bechstein, 1793) sobre o risco na aeronavegação*, Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, Bahia.
- Novaes, WG & Alvarez, RV. (2010) O perigo aviário em aeroportos do nordeste do Brasil: análise das colisões entre aves e aviões entre os anos de 1985 e 2009, *Conexão Sipaer*, Vol. 01, pp. 47-68.
- Novaes, WG. (2013) *Uso do habitat por urubus (Família Cathartidae Lafresnaye, 1839) em áreas urbanas e naturais em Manaus – Amazonas*, Tese de doutorado,

- Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas.
- Novaes, WG & Cintra, R. (2013) Factors influencing the selection of communal roost sites by the Black Vulture *Coragyps atratus* (Aves: Cathartidae) in an urban area in Central Amazon, *Zoologia*, Vol. 30: 607–614.
- Oliveira, HRB & Pontes, FO. (2012) Risco aviário e resíduo sólido urbano: A responsabilidade do poder público municipal e as perspectivas futuras, *Conexão SIPAER*, Vol. 3, pp. 189-208.
- Quinn, GP & Keough, MJ. (2002) *Experimental design and data analysis for biologists*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Rabenold, PP. (1987) Roost attendance and aggression in Black Vultures, *The Auk*, Vol. 104, pp. 647-653.
- Ralph, CJ; Sauer, JR & Droege, S. (1995) *Monitoring birds population by point counts*. Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, California.
- Sauer, JR; Hines, JE & Fallon, J. (2008) *The North American breeding bird survey, results and analysis 1966-2007*, Version 5.15.2008, USGS Patuxent Wildlife Research Center. Laurel.
- Sazima, I. (2007) From carrion-eaters to bathers' bags plunderers: how Black Vultures (*Coragyps atratus*) could have found that plastic bags may contain food, *Revista Brasileira de Ornitologia*, Vol. 15, pp. 617-620.
- Thomas, WW; Carvalho, AMV; Amorim, AMA; Garrison, J & Arbela'ez, AL. (1998) Plant endemism in two forests in southern Bahia, Brazil, *Biodiversity and Conservation*, Vol. 7, pp. 311-322.
- USAF Safety Center. (2009) *Top 50 USAF wildlife strikes by cost*, Disponível em: <http://www.afsc.af.mil/shared/media/document/AFD-080130-040.pdf> [15 Janeiro 2012].
- Zakrajsek, EJ & Bissonette, JA. (2005) Ranking the risk of wildlife species hazardous to military aircraft, *Wildlife Society Bulletin*, Vol. 33, pp. 258-264.



# Avaliação do risco de fauna no Aeroporto de Aracaju – Santa Maria, Sergipe: bases para mitigação do risco de colisões com fauna

Juan Ruiz-Esparza<sup>1,2</sup>, Alexsandro Machado Conceição<sup>1</sup>, Caroline Silva<sup>1</sup>, Mônica Alves<sup>1</sup>, Hilderley de Almeida Santos<sup>1</sup>, Diego Santos Tavares<sup>1</sup>

1 Programa Fauna nos Aeroportos Brasileiros – Aeroporto de Aracaju – Santa Maria, Aracaju, SE

2 [juancolorado@hotmail.com](mailto:juancolorado@hotmail.com)

**RESUMO:** Este artigo apresenta um panorama sobre o risco de fauna no Aeroporto de Aracaju – Santa Maria. Através de análises dos reportes de colisões de 2000 a 2012, calculou-se o índice de colisões a cada 10.000 operações. Dentre as espécies envolvidas, 24% não foram identificadas e 11% foram com mamíferos. Foram registradas 153 espécies de animais na área interna do sítio aeroportuário. As aves foram o grupo que se mostrou mais presente, sendo os carcarás (*Caracara plancus*), quero-queros (*Vanellus chilensis*) e urubus-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*) consideradas as espécies mais críticas. Os censos faunísticos indicaram que *C. plancus* e *V. chilensis* foram as espécies com maior número de registros próximo à pista de pouso e decolagem durante os meses de julho e agosto. Estes dados fornecem subsídios para fundamentar estratégias de gerenciamento do risco, incluindo o manejo, visando à redução das colisões com fauna silvestre neste aeroporto.

**Palavras chave:** Aviões. Gerenciamento do Risco de Fauna.

## Wildlife Hazard Assessment at Santa Maria Airport (Aracaju, Sergipe, Brazil): foundations for wildlife strike risk mitigation

**ABSTRACT:** This paper presents an overview of the hazard posed by wildlife at Santa Maria Airport in Aracaju, State of Sergipe. Through analysis of the collisions between 2000 and 2012, we have calculated the index of strikes per 10,000 operations. As for the species involved in the collisions, 24 % were not identified, while 11% were identified as mammals. The records list 153 animal species in the internal area of the airport site. Birds are the most prevailing species, out of which the Southern Caracara (*Caracara plancus*), the lapwings (*Vanellus chilensis*) and the black-head vultures (*Coragyps atratus*) are considered the most critical. Wildlife censuses indicated that *C. plancus* and *V. chilensis* were the species most reported in the vicinity of the runway in the months of July and August. These data provide a basis for the management strategies aimed at reducing the risk of wildlife strikes at this airport.

**Key words:** Airplanes. Wildlife Strike Risk Management.

**Citação:** Ruiz-Esparza, J, Conceição, AM, Silva, C, Santos, MAHA, Tavares, DS. (2014) Avaliação do Perigo de Fauna no Aeroporto de Aracaju – Santa Maria, Sergipe: Bases para Mitigação do Risco de Colisões com Fauna. *Revista Conexão Sipaer*, Vol. 5, No. 1, pp. 30-42.

**Recebido** 03 fevereiro 2014; **Aceito** 17 abril 2014; **Publicado** 30 abril 2014

### 1 INTRODUÇÃO

O risco de colisões de animais silvestres com aeronaves gera uma crescente preocupação dos diversos setores da aviação mundial com a fauna existente, tanto no entorno quanto no interior dos aeródromos, principalmente a avifauna (Villareal, 2008). Animais como mamíferos, répteis e aves podem criar sérios problemas para a decolagem e pouso de aeronaves (Cleary & Dolbeer, 2005). Esse fato tem movido autoridades, profissionais de segurança de voo e pesquisadores a discutir medidas de controle para a prevenção de acidentes aéreos em decorrência de colisões com fauna (Mendonça, 2011; Guedes, 2011; Oliveira, 2012).

Eventos de colisões de aeronaves com animais podem causar sérios prejuízos para as empresas aéreas, por conta dos altos custos de reparo. E, sobretudo, há sempre que considerar, no trabalho de prevenção, o risco para passageiros, tripulantes e ainda, pessoas que estão no solo, considerando que há a possibilidade de o avião cair em áreas residenciais e comerciais (Allan, 2002; Villareal, 2008; Cleary & Dolbeer, 2005). A gravidade de uma colisão pode variar de acordo com

as espécies envolvidas, parte da aeronave que sofreu o impacto, tipo de aeronave, altura, velocidade, regime de motor e a fase de voo (Morais, 2012; Demers, 2009).

No Brasil, os registros de colisões com animais envolvem principalmente as aves, sendo que, em 2011, as espécies com maior número de registros foram os quero-queros (*Vanellus chilensis*) e urubus-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*). Neste mesmo ano, 45,34% das colisões não tiveram identificação das espécies (Cenipa, 2012). Na região Nordeste, as aves que tiveram maior frequência nos reportes de colisões entre os anos de 1985 e 2009 foram os urubus, quero-queros e corujas (Ordem Strigiformes) (Novaes & Alvarez, 2010).

As espécies sinantrópicas são beneficiadas pelas modificações humanas, devido à ocupação desordenada de áreas vizinhas aos aeroportos, o uso inadequado do solo urbano, aterros mal gerenciados e vazadouros de lixo nas proximidades (Serrano et al, 2005; Malta, 2012). Os sítios aeroportuários podem se tornar atrativos à fauna, pois oferecem áreas de abrigo, forrageio, reprodução e dessedentação. Desta forma, a fiscalização pelos órgãos competentes sobre o uso do solo, assim como o gerenciamento

dos resíduos sólidos urbanos torna-se necessário, a fim de diminuir a atração de animais para as proximidades dos sítios aeroportuários (Oliveira & Pontes, 2012).

As análises dos dados das ocorrências, a definição dos fatores contribuintes e a utilização de matrizes analíticas são ferramentas utilizadas para medir o risco e elaborar programas de gerenciamento que possibilitem a mitigação do problema (Morais, 2012). Neste contexto, este trabalho apresenta uma análise das colisões entre a fauna e as aeronaves, assim como os resultados dos levantamentos faunísticos, os quais serviram para fundamentar estratégias para minimizar o risco de colisões no Aeroporto de Aracaju – Santa Maria, SE (SBAR).

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 ÁREA DE ESTUDO

O SBAR é situado a 12km ao Sul do centro da capital Sergipana, nas coordenadas S10°59'08" W37°04'25", praticamente ao nível do mar. Em sua porção nordeste limita-se com condomínios residenciais; ao norte uma área de manguezal localizado no Rio Poxim que possui diferentes atrativos para aves aquáticas; ao sul com o Bairro Atalaia e a zona de expansão de Aracaju, onde existem áreas alagadas, dunas e vegetação de restinga.

O sítio aeroportuário abrange uma área total de 387,47ha e possui uma única pista de pouso e decolagem com 2.200m (rumo 11/29), um pátio para aviação geral, um terminal de passageiros com 9.321m<sup>2</sup> e um posto de abastecimento. O funcionamento do aeroporto é realizado por aproximadamente 1.003 colaboradores, entre empregados das empresas aéreas, lojistas e terceirizadas.

A área patrimonial do sítio aeroportuário é recoberta por uma vegetação típica de restinga, com solo bastante arenoso e encharcado, com predomínio de plantas arbustivas e entremeadas por arbóreas de dois a três metros de altura, cuja composição florística varia com dominância de algumas frutíferas como cajueiro (*Anacardum occidentale*) e mangabeira (*Hancomia speciosa*), além de espécies vegetais que disponibilizam flores, sementes e frutos, que servem como potencial atrativo para os animais que se alimentam destes recursos.

Nesta área são encontradas, ainda, valas de drenagem, canais abertos de escoamento e áreas temporariamente alagadas que são utilizadas como fonte de alimentação, abrigo, dormitório e nidificação para jacarés (*Caiman latirostris*), iguanas (*Iguana iguana*), capivaras (*Hydrochoerus hydrochoerus*), marrecas (*Anas bahamensis*), frangos-d'água (*Gallinula galeata*), saracura-três-potes (*Aramides cajaneus*), garças (*Egretta thula*) entre outras.

No limite nordeste entre o muro do aeroporto e área externa, o acúmulo de lixo, carcaças de animais domésticos, despachos religiosos e sobras de aves oriundas de abate clandestino são algumas ações decorrentes de moradores da região que servem como pontos atrativos à presença de fauna sinantrópica.

### 2.2 ANÁLISE DE COLISÕES

Foi realizada uma análise dos reportes de colisões ocorridas com aeronaves entre os anos de 2004 a 2012 no SBAR. Foram considerados os dados de reportes disponíveis nas Fichas Cenipa 15 (FC15), sendo avaliados em relação às espécies envolvidas. Foi calculado um índice de colisões a cada 10.000 operações.

### 2.3 ANÁLISE DA FAUNA QUANTO AO RISCO À AVIAÇÃO

Para determinar as espécies mais relevantes quanto aos riscos para aviação no aeroporto foram utilizadas duas análises: a análise heurística de Allan (2006), fundamentada no histórico dos registros de colisões com aeronaves; e a matriz de risco da fauna de Carter (2001), a qual se baseia em parâmetros locais da espécie (abundância, tamanho, tempo de permanência, registro de colisão, comportamento, formação de bandos e altura de voo). Para classificação das espécies quanto ao risco, foram considerados os reportes de colisões dos últimos cinco anos, compilados pelo Centro de Investigação Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (Cenipa), bem como os censos faunísticos realizados no SBAR, descritos a seguir.

### 2.4 CENSOS FAUNÍSTICOS

O monitoramento das espécies de aves, mamíferos e répteis presentes no sítio aeroportuário foi realizado por meio da metodologia de censos por transecto (Bibby *et al.*, 2000). Transecto é a metodologia de amostragem de animais por meio de trajetos pré-determinados. Os censos foram realizados entre julho de 2012 e agosto de 2013, com dois observadores em horários variados, com o auxílio de binóculos, guia de identificação (Sigrist, 2009) e câmera fotográfica para o registro das espécies. Para cada censo percorrido foi preestabelecido um trajeto, contabilizando-se o número de indivíduos por espécie, altura de voo e distância, assim como possíveis atrativos de fauna, registrados por localidade dentro da área operacional. Os transectos foram delineados em três áreas distintas do sítio aeroportuário: a pista de pouso e decolagem, o contorno perimetral e um transecto que percorre a área patrimonial.

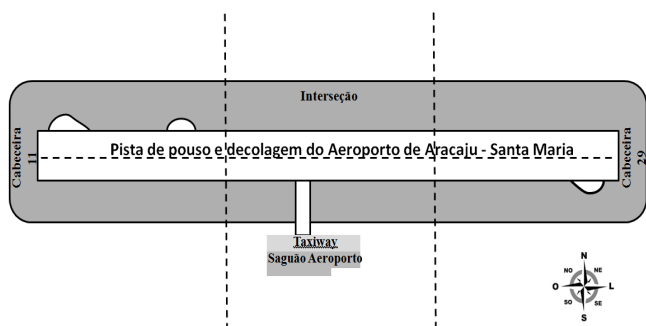
O censo na área perimetral foi realizado a pé na trilha existente ao lado da cerca que limita a área operacional, abrangendo a faixa de segurança e alguns remanescentes de vegetação, num circuito predominantemente retangular, com duração de aproximadamente duas horas. Para os censos da área patrimonial foi percorrida a trilha existente a partir do portão de acesso número cinco, que divide a área patrimonial da perimetral, até o muro que limita com o bairro Santa Maria, fazendo um circuito conforme a Figura 1, com duração aproximada de uma hora e meia.

Para os censos da pista de pouso e decolagem, os observadores percorriam o transecto que atravessava a pista de pouso e decolagem num veículo a uma velocidade constante de 20km/h, contabilizando os indivíduos por espécie nos gramados que a circundam, com duração aproximada de 10



**Figura 1:** Localização das três áreas onde foram realizados os censos para monitoramento da fauna no SBAR

minutos. Para determinação das localidades do entorno da pista de pouso e decolagem, uma linha imaginária foi traçada de forma horizontal, dividindo a pista pela metade (Norte e Sul). A partir desta divisão houve uma subdivisão de três áreas, a cabeceira 11, a interseção e a cabeceira 29 (Figura 2), totalizando seis áreas avaliadas distintamente.



**Figura 2:** Subdivisão das seis áreas da pista de pouso e decolagem do Aeroporto de Aracaju – Santa Maria (SBAR)

O teste de normalidade de Shapiro-Wilk (Brower & Zar, 1984), aplicado para os dados dos censos da pista de pouso e decolagem dos carcarás, urubus e quero-queros, não seguiram distribuição normal. Desta forma, utilizou-se o método não paramétrico de análise de variância para k grupos, o teste Kruskal-Wallis, para a comparação do uso das diferentes localidades do aeroporto para cada espécie.

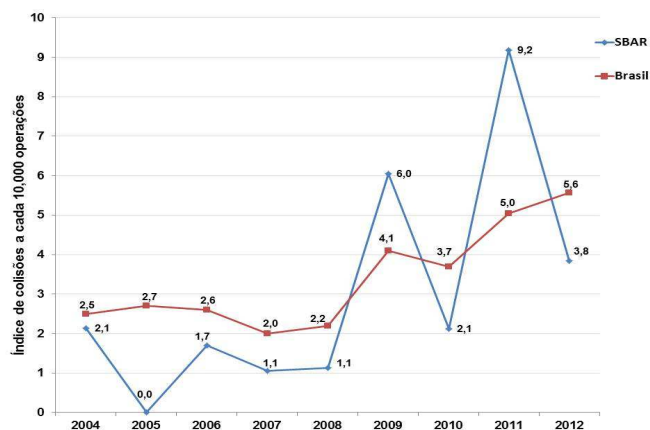
### 3 RESULTADOS

#### 3.1 ANÁLISE DE COLISÕES

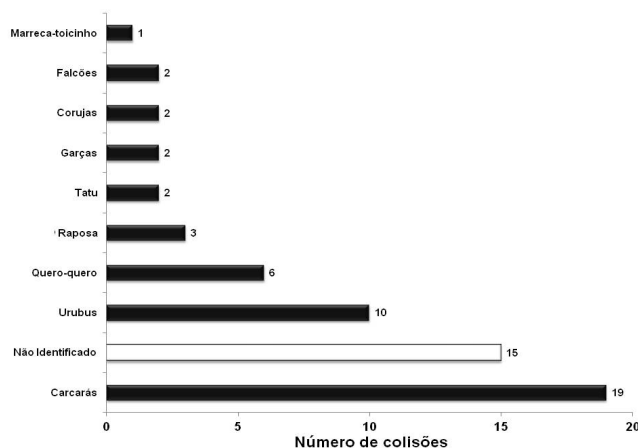
De 2004 até 2012, foram registradas 52 colisões no SBAR. O índice de colisões a cada 10.000 operações apresentou notória flutuação ao longo destes anos (Figura 3). Por exemplo, em 2005 não foi registrada nenhuma colisão, enquanto, a partir de 2008, há um aumento considerável de registros, alcançando o pico máximo em 2009 e 2011.

A maioria das colisões registradas no SBAR foi atribuída às aves, dentre elas, carcarás, urubus (Família Cathartidae) e quero-queros (*Vanellus chilensis*). Aproximadamente um quarto (24%) dos reportes de colisão neste aeroporto não apresentou a identificação da espécie envolvida na ocorrência (Figura 4).

Considerando os reportes com espécie identificada, os carcarás e gaviões (*Rupornis magnirostris* e *Falco sparverius*), urubus e quero-queros representaram 78% das colisões. Os

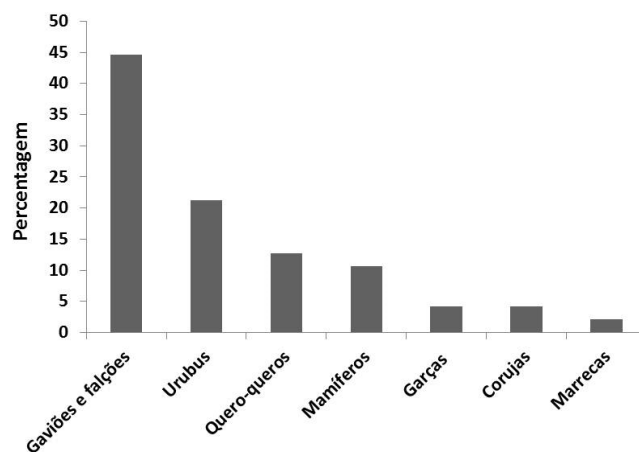


**Figura 3:** Índices de colisões a cada 10.000 operações no Brasil e no Aeroporto de Aracaju – Santa Maria (SBAR)



**Figura 4:** Número de colisões por espécie das ocorrências registradas no SBAR, no período de 2000 a 2012

mamíferos estiveram envolvidos em 11% dos reportes de colisões (Figura 5).



**Figura 5:** Proporção por grupos de espécies de animais identificadas nos registros de colisões realizados no Aeroporto de Aracaju - Santa Maria entre os anos de 2000 a 2012

#### 3.2 ANÁLISE DO RISCO À AVIAÇÃO

Segundo o método de avaliação de risco de Carter (2001), as espécies que apresentaram altos valores de risco no SBAR são quero-queros, urubus-de-cabeça-preta e carcarás. O urubu-de-cabeça-vermelha (*Cathartes aura*), o urubu-de-cabeça-amarela (*Cathartes burrovianus*) e a garça-vaqueira (*Bubulcus ibis*) apresentaram valores medianos de risco.

Algumas espécies que apresentaram valores baixos também devem ser consideradas na prevenção do risco de

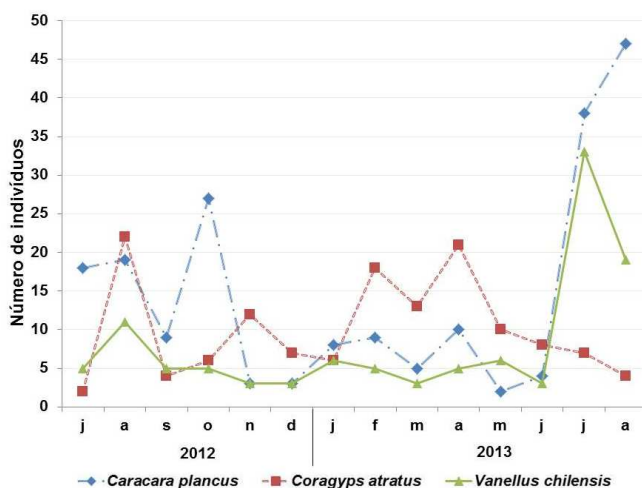
fauna no SBAR, uma vez que podem vir a se tornar relevantes quanto ao risco de colisões por aeronaves. São elas, no grupo das aves, quiri-quiri (*Falco sparverius*) e gavião-carijó (*Rupornis magnirostris*), no grupo dos mamíferos, tatu-peba (*Euphractus sexcinctus*) e raposa (*Cerdocyon thous*) (Tabela 1).

De acordo com a análise heurística de Allan (2006), o carcará e o urubu-de-cabeça-preta foram as espécies que apresentam risco elevado para o SBAR, em função da alta probabilidade e severidade das espécies. Outras cinco espécies foram classificadas como de risco mediano, urubu-de-cabeça-vermelha, urubu-de-cabeça-amarela, garça-vaqueira, raposa e pombo-doméstico (*Columba livia*). Dentre os táxons tidos como de baixo risco e baixa frequência de reportes de colisões em Aracaju destaca-se o quero-quero.

### 3.3 CENSOS NO SÍTIO AEROPORTUÁRIO

Durante as 313 horas de monitoramento da fauna realizadas no sítio aeroportuário do SBAR, foram registradas 153 espécies de animais, sendo 127 espécies de aves, 12 espécies de répteis, duas de anfíbios e 12 de mamíferos (Anexo A).

Entre julho de 2012 e agosto de 2013, os números máximos mensais de indivíduos das aves mais relevantes para a aviação apresentaram flutuação. O urubu-de-cabeça-preta foi mais abundante durante o mês de agosto de 2012. Os registros do quero-quero foram relativamente constantes ao longo do ano, com picos máximos em julho e agosto de 2013. Já os carcarás apresentaram maiores concentrações em outubro de 2012, julho e agosto de 2013 (Figura 6).



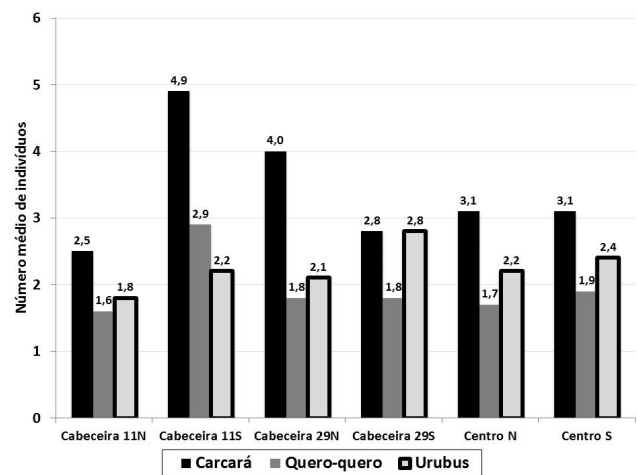
**Figura 6:** Número máximo mensal de indivíduos para as três espécies de aves críticas no SBAR

### 3.4 CENSOS DE FAUNA NA PISTA

Foram realizados 166 censos na pista de pouso e decolagem durante quatorze meses, totalizando 63 horas de esforço amostral. Foram encontradas 57 espécies de animais, sendo 50 de aves, cinco de mamíferos e duas de répteis. No grupo das aves, as espécies mais abundantes foram os carcarás, com número máximo de 47 indivíduos e frequência de 70%; e os quero-queros, com até 33 indivíduos e frequência de 94% (Tabela 2).

No grupo dos mamíferos registrados nos censos na pista de pouso e decolagem, a raposa foi à espécie que apresentou o maior número de registros (7,87%), sendo observada tanto nos censos noturnos, quanto nos diurnos. Já o tatu-peba foi visualizado apenas em três censos.

Na comparação da preferência de locais dentro do aeroporto, para os carcarás, houve diferenças significativas entre as localidades amostradas (Kruskal-Wallis:  $H=17,36$ ;  $g.l.=5$ ;  $p=0,003$ ), sendo que, houve concentração significativa de carcarás nas cabeceiras 29 N e 11S. Os quero-queros apresentaram também diferenças significativas entre as localidades amostradas (Kruskal-Wallis:  $H=24,25$ ;  $g.l.=5$ ;  $p=0,0002$ ), estando mais concentrados na cabeceira 11S. Para os urubus-de-cabeça-preta, não houve diferenças significativas entre as localidades amostradas (Kruskal-Wallis:  $H=2,25$ ;  $g.l.=5$ ;  $p=0,81$ ), o que significa que há praticamente a mesma quantidade em todas as áreas de estudo, não mostrando preferência específica por qualquer das localidades (Figura 7).



**Figura 7:** Número médio de indivíduos por área amostrada na pista de pouso e decolagem do SBAR

## 4 DISCUSSÃO

O número de colisões nos aeroportos está relacionado a diversas causas, dentre elas, a progressão do número de operações no país, perda de habitat que induz as espécies a se estabelecer nas áreas dos aeroportos, crescimento desordenado de ocupação da população no seu entorno, descarte e acúmulo do lixo de forma indevida, os quais servem como atrativos para animais às proximidades dos sítios aeroportuários (Bastos, 2000). O aumento do número de reportes relacionados à fauna em aeroportos tem ocorrido em virtude de fatores como maior atenção dada ao tema, contratação de biólogos nos aeroportos, entre outros.

Os relatos das colisões por meio da FC15 fornecem informações que permitem a identificação das espécies mais críticas quanto a este problema. Todavia, a falta de identificação de espécies colididas pode ocultar informações relevantes e o estado de conservação de carcaças, após colisões,

**Tabela 1:** Comparação da classificação de risco de fauna presente no SBAR, segundo a matriz de presença de fauna (Carter, 2001) e análise heurística de colisões (Allan, 2006).

Nome em português	Nome do táxon	Valores de risco	
		Carter 2001	Allan 2006
Carcará	<i>Caracara plancus</i>	Alto	Alto
Urubu-de-cabeça-preta	<i>Coragyps atratus</i>	Alto	Alto
Quero-quero	<i>Vanellus chilensis</i>	Alto	Baixo
Urubu-cabeça-vermelha	<i>Cathartes aura</i>	Médio	Médio
Urubu-cabeça-amarela	<i>Cathartes burrovianus</i>	Médio	Médio
Garça-vaqueira	<i>Bubulcus ibis</i>	Médio	Médio
Raposa	<i>Cerdocyon thous</i>	Baixo	Médio
Pombo-doméstico	<i>Columba livia</i>	Baixo	Médio
Anu-preto	<i>Crotophaga ani</i>	Baixo	Baixo
Falcão-quiriquiri	<i>Falco sparverius</i>	Baixo	Baixo
Gavião-carijó	<i>Rupornis magnirostris</i>	Baixo	Baixo
Polícia-inglesa	<i>Sturnella superciliaris</i>	Baixo	Baixo
Tatu-peba	<i>Euphractus sexcinctus</i>	Baixo	Baixo
Marreca	<i>Amazonetta brasiliensis</i>	Baixo	Baixo
Mão-pelada	<i>Procyon cancrivorus</i>	Baixo	Baixo
Garça-branca-grande	<i>Ardea alba</i>	Baixo	Baixo
Coruja-buraqueira	<i>Athene cunicularia</i>	Baixo	Baixo
Gavião-carrapateiro	<i>Milvago chimachima</i>	Baixo	Baixo
Cão doméstico	<i>Canis familiaris</i>	Baixo	Baixo
Gavião-peneira	<i>Elanus leucurus</i>	Baixo	Baixo
Falcão-de-coleira	<i>Falco femoralis</i>	Baixo	Baixo
Anu-branco	<i>Guira guira</i>	Baixo	Baixo

**Tabela 2:** Número total, média, número máximo (N. máx) e frequência de ocorrência (Freq.) de indivíduos das espécies de fauna mais relevantes para o perigo de fauna registrado nos censos realizados entre julho de 2012 e agosto de 2013, na pista de operações do Aeroporto de Aracaju - Santa Maria

Nome em português	Nome do táxon	Total	Média	N. máx	Freq.
Coruja buraqueira	<i>Athene cunicularia</i>	111	0,7	6	51 %
Garça vaqueira	<i>Bubulcus ibis</i>	107	0,6	35	34 %
Carcará	<i>Caracara plancus</i>	671	4,0	47	70 %
Urubu-de-cabeça-preta	<i>Coragyps atratus</i>	222	1,3	22	60%
Tatu peba	<i>Euphractus sexcinctus</i>	3	0,01	1	2 %
Quiri- quiri	<i>Falco sparverius</i>	151	0,9	4	57 %
Raposa	<i>Cerdocyon thous</i>	19	0,1	2	8%
Quero- quero	<i>Vanellus chilensis</i>	882	5,3	33	94%

pode ser significativamente deformado, dificultando a identificação. Desta forma, o esforço na identificação das espécies envolvidas em colisões, em razão da presença de profissionais capacitados e da participação das diversas unidades administrativas aeroportuárias, contribui para diminuir os registros das espécies não identificadas. Outras práticas são recomendadas para melhorar a identificação das espécies colididas, como a elaboração de guias de campo para identificação de espécies existentes na área e treinamentos sobre a coleta de dados para funcionários (IBSC, 2006; FAA, 2012). No SBAR quase uma quarta parte das espécies colididas não foram identificadas (24%) para o período analisado.

O número crescente dos registros de colisões a partir de 2008 está relacionado não necessariamente à progressão do número de ocorrências, mas a uma nítida melhora da qualidade dos reportes. Isso devido à maior atenção dada ao assunto por parte dos órgãos de controle e prevenção de acidentes e dos próprios operadores aeroportuários brasileiros. Há que se mencionar que, conforme a figura 3 explícita, há um aumento no registro principalmente por causa do desempenho de profissionais especializados, assim como a celebração de contratos e convênios a partir de 2009 para o manejo de fauna (Infraero, 2014).

Em função do desenvolvimento da gestão do risco de fauna em diversos aeroportos brasileiros nos últimos anos,

provavelmente a tendência de aumento do número de reportes permanecerá. Mesmo assim, os índices de colisões dos aeroportos brasileiros ainda são inferiores aos registrados em outros aeroportos internacionais, visto que alguns deles possuem um histórico amplo de manejo de fauna e registros de colisões (MacKinnon et al., 2004; ATSB, 2008; CAA, 2008). Enfatizando que o simples número total de colisões em um aeroporto não é um bom indicador de risco, e que a análise dos dados por espécie atingida é essencial (IBSC, 2006).

A elevada proporção das colisões reportadas para o SBAR atribuída aos mamíferos (11%) ressalta a importância do controle dos acessos de animais através dos limites da área operacional e a captura e translocação quando necessário, já que as espécies envolvidas em colisões possuem capacidade de cavar buracos entre a área patrimonial e operacional. Ainda que o gerenciamento se faça presente, o manejo de fauna torna-se importante neste aeroporto, a fim de evitar futuras colisões com mamíferos e outros vertebrados terrestres. Isso também salienta a ampliação do conceito de gestão de colisões entre aeronaves e animais, antes tido como “perigo aviário”, mudado para “perigo de fauna” e, mais atualmente, para “risco de fauna”, visto que, além das aves, outros animais como cervos, raposas, cobras e, até, tartarugas também estão envolvidos em incidentes em aeroportos de todo o mundo (Dolbeer et al., 2000; DeVault et al., 2011).

Existem métodos que utilizam a frequência de colisões com cada espécie, combinando-a com a probabilidade de que a colisão cause dano à aeronave, para calcular os níveis de risco para determinado aeroporto (IBSC, 2006). Neste trabalho foram utilizados dois métodos de avaliação de risco, com o intuito de definir as espécies prioritárias para ações de manejo. O método de Carter (2001) baseado em dados quantitativos e biológicos dos animais presentes no aeródromo é influenciado em função de fatores que afetam as populações de fauna silvestre como disponibilidade de recursos, variações sazonais, movimentos migratórios, entre outros. Já o método heurístico de Allan (2006) é fundamentado no histórico dos registros de colisões com aeronaves por espécie e a proporção de danos causados permite valorar com um risco elevado espécies que voam em bandos e, portanto, podem promover colisões múltiplas.

As espécies mais relevantes quanto ao risco de colisões para o aeródromo de Aracaju foram os carcarás, os urubus-de-cabeça-preta e os quero-queros. Este padrão é similar ao registrado em nível nacional, em que as seis espécies mais críticas (quero-queros, urubus, carcarás, corujas, gaviões e pombos) contribuíram com mais de 80% das ocorrências no período de 2006 até 2010 (Morais, 2012).

As análises estatísticas dos censos na pista de pouso e decolagem foram utilizadas para mapear os locais preferencialmente utilizados pelas espécies mais críticas para a segurança de aviação em Aracaju. Os carcarás foram aves com maior número de registros nas cabeceiras 29N e 11S. Nestas áreas as aglomerações foram identificadas durante e após as atividades de roçagem, como os carcarás apresentam

hábitos generalistas e onívoros, alimentando-se tanto de animais vivos como mortos (Sick, 1997), aproveitam os recursos alimentares após a roçagem. Para evitar as aglomerações recomenda-se a realização de roçagem noturna e recolhimento da grama.

Os urubus-de-cabeça-preta não apresentaram preferência por um local específico, sendo frequentemente registrados sobrevoando o sítio aeroportuário, uma vez que na área externa são encontrados pontos atrativos para o deslocamento dos mesmos. Segundo DeVault e colaboradores (2005) essas aves podem investir até 60% do seu tempo voando numa área de vida de aproximadamente 35.000ha à procura de alimento. Assim, os urubus visualizados durante os censos no SBAR podem estar relacionados à busca pelo alimento.

Os quero-queros apresentam um padrão similar aos dos carcarás, no entanto, houve preferência pela cabeceira 11 S. Este tipo de distribuição pode ser explicado por fatores comportamentais da espécie, como hábitos gregários e preferência por áreas encharcadas (Saracura et al., 2008). Na cabeceira 11S são encontradas áreas alagadas, o que favorece a aglomeração de indivíduos, portanto recomenda-se a drenagem destas áreas.

As informações apresentadas neste trabalho fornecem subsídios para elaboração e implementação das ações de gerenciamento de risco, incluindo as de manejo sobre as espécies mais relevantes para a segurança operacional do SBAR.

## 5 CONCLUSÕES

Os carcarás e os urubus-de-cabeça-preta são as espécies mais críticas para o SBAR, segundo dois métodos distintos de avaliação da fauna quanto ao risco de colisão. Estes dados são similares aos encontrados no contexto nacional.

Os mamíferos representam um grupo de risco para a segurança operacional do SBAR. Portanto, o controle constante dos acessos na cerca operacional, assim como a translocação de indivíduos pode minimizar esse risco. Desta forma, esta informação fortalece a mudança do conceito de perigo aviário para risco de fauna, o que vem sendo consenso entre profissionais que atuam nesta área de pesquisa.

Este índice está relacionado às más condições físicas das carcaças, ausência de procedimentos de identificação por penas e/ou DNA, a falta de profissionais capacitados para a identificação das espécies e o envolvimento das diversas unidades administrativas aeroportuárias, incluindo os componentes do setor aéreo como tripulantes, mecânicos, uma vez que eles têm muitas informações que complementam a FC15.

Os resultados apresentados neste estudo visam orientar as medidas propostas no programa de manejo de fauna que vem sendo implementado no SBAR, as quais incluem o controle dos acessos de muro e cerca, as atividades de roçagem noturna e drenagem de áreas alagadas, a fim de evitar a entrada e aglomerações de fauna no sítio operacional.

E por fim a criação da comissão de prevenção do risco de fauna permite o estabelecimento de parcerias com órgãos externos (prefeituras, secretarias do meio ambiente, SERIPA, entre outros) visando ao controle do risco de fauna para segurança da aviação.

Tais medidas podem subsidiar também o estabelecimento do programa de gerenciamento de risco da fauna neste aeródromo. As informações locais a respeito das espécies mais relevantes para a aviação serviram de base para direcionamento das estratégias de controle dos animais no sítio aeroportuário e seu entorno.

## AGRADECIMENTOS

Este estudo apresenta parte da pesquisa realizada e financiada pelo Programa Fauna nos Aeroportos Brasileiros, estabelecido através do 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 aos funcionários da Infraero que colaboraram na realização deste estudo, em especial a Tayse Brandão, coordenadora do SGO. Agradecemos também a Tarcísio Lyra Abreu e Manrique Prada pelas contribuições no manuscrito.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allan, JR. (2002) The Costs of Bird Strikes and Bird Strike Prevention. In: L. Clarke, editor, *Human conflicts with wildlife: economic considerations*, US Department of Agriculture, Fort Collins, pp. 147-153.
- Allan, JR. (2006) A heuristic risk assessment technique for birdstrike management at airports, *Risk analysis*, Vol. 26, No. 3.
- Australian Transport Safety Bureau (ATSB), (2008) *An Analysis of Birdstrike Occurrences 2002-2006*, Aviation Research and Analysis Report AR-2008-027 ATSB.
- Bastos, LC. (2000) Brazilian avian hazard control program – educational initiatives, International Bird Strike Committee, *Proceedings of 25<sup>th</sup> International Bird Strike Committee meeting*, 17–20 Abril 2000, Amsterdam, Netherlands.
- Bibby, CJ; Burgess, N; Hil, D; Mustoe, SH. (2000) *Bird Census Techniques*, London: Academic Press.
- Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (Cenipa). (2009) *Estatísticas risco aviário e fauna 2008–2009*, Disponível em: <http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/paginas/estatisticas.php> [05 Outubro 2009].
- Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (Cenipa). (2011) *Plano Básico de Gerenciamento do Risco Aviário: PCA 3-2*, Brasília: CENIPA, Disponível em: [www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/Anexos/article/205/PCA\\_3-2\\_PBGRA.pdf](http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/Anexos/article/205/PCA_3-2_PBGRA.pdf) [12 Setembro 2013].
- Brower, JE & Zar JH. (1984) Field & laboratory methods for general ecology, Dudaque, W.C. *Brown Publishers*, pp. 226.
- Carter, NB. (2001) All Birds Are Not Created Equal: Risk Assessment and Prioritization of Wildlife Hazards at Airfields. *Proceedings of the 2001 Bird Strike Committee-USA/Canada, Third Joint Annual Meeting*, Calgary, Canada, Paper 8.
- Civil Aviation Authority (CAA), (2008) Birdstrike Risk Management for Aerodromes – CAP 772. *Safety Regulation Group*. Disponível em: <http://www.caa.co.uk/publications> [11 Maio 2012].
- Cleary, EC & Dolbeer, RA (2005) Wildlife hazard management at airports: A Manual for Airport Personnel, *USDA National Wildlife Research Center - Staff Publications*, Nebraska. pp. 363, Disponível em: [http://digitalcommons.unl.edu/icwdm\\_usdanwrc/133/](http://digitalcommons.unl.edu/icwdm_usdanwrc/133/) [15 Maio 2013].
- Demers, C. (2009) Large Air Transport Jet Engine Design Considerations for Large and Flocking Bird Encounters, In: Bird Strike North America Conference, Victoria. *Proceedings...* Victoria, BSNAC, Disponível em: <http://digitalcommons.unl.edu/birdstrike2009/6> [25 Março 2014].
- 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.
- DeVault, TL; Belant JL; Blackwell BF; Seamans TW. (2011) Interspecific Variation in Wildlife Hazards to Aircraft: Implications for Airport Wildlife Management, *Wildlife Society Bulletin*, Vol. 35(4): 394-402.
- Dolbeer, RA & Cleary, EC. (2000) Ranking the hazard level of wildlife species to aviation, *Wildlife Society Bulletin*, Vol. 28, pp. 372–378.
- Dolbeer, AR. (2007) Bird damage to turbofan and turbojet engines in relation to phase of flight: why speed matters, *ICAO Journal*, Canada, No. 3, pp. 21-24.
- Estados Unidos, Federal Aviation Administration (FAA), (2012) *Qualifications for Wildlife Biologist Conducting Wildlife Hazard Assessments and Training Curriculums for Airport Personnel Involved in Controlling Wildlife Hazards on Airports* (AC No: 150/5200-36A), Washington, DC.
- Flight Safety Foundation. (2002) Operator's flight safety handbook, *Flight Safety Digest*, May/June.
- Guedes, FL. (2011) Atuação do Biólogo no gerenciamento do risco aviário em aeroportos. *Revista Conexão Sipaer*, Disponível em <http://inseer.ibict.br/sipaer/index.php/sipaer/article/view/100/129> [25 Junho 2013].
- Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (Infraero). (2014) *Programa Fauna*, Disponível em <http://www.infraero.gov.br/index.php/br/meio-ambiente/programa-fauna.html> [11 Fevereiro 2014].
- International Bird Strike Committee (IBSC). (2006) *IBSC Recommended Practices n.1: standards for aerodromes bird/wildlife control*, Disponível em: <http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/index.php/risco-aviario/222-melhores-praticas-recomendadas-ibsc-n-1-controle-de-fauna-em-aerodromos> [26 Março 2014].
- MacKinnon, BR; Sowden; Dudley S. (2004) *Sharing the Skies: an aviation industry guide to the management of*

- wildlife hazards, Transport Canada: Ottawa, Canada, pp. 270.
- Malta, CS. (2012) O controle do lixo como meio de prevenção do risco aviário no município de Aracaju/SE, *Revista Conexão Sipaer*, Disponível em <http://inseer.ibict.br/sipaer/index.php/sipaer/article/view/226/244> [26 Junho 2013].
- Mendonça, FAC. (2011) A ficha CENIPA 15 e as atividades de prevenção do risco aviário, *Revista Conexão Sipaer*, Disponível em <http://inseer.ibict.br/sipaer/index.php/sipaer/article/view/94/128> [26 Junho 2013].
- Morais, FJA. (2012) Evolução do Risco Aviário no Brasil entre 2006 e 2010: Estatísticas e Probabilidades, *Revista Conexão Sipaer*, Disponível em <http://inseer.ibict.br/sipaer/index.php/sipaer/article/view/161/176> [15 Julho 2013].
- 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, *Revista Conexão Sipaer*, Disponível em <http://inseer.ibict.br/sipaer/index.php/sipaer/article/view/43/77> [24 Julho 2013].
- Oliveira, HRB & Pontes, FO. (2012) Risco aviário e resíduo sólido urbano: A responsabilidade do poder público municipal e as perspectivas futuras, *Revista Conexão Sipaer*, Disponível em <http://inseer.ibict.br/sipaer/index.php/sipaer/article/view/154/175> [16 Abril 2013].
- Oliveira, HRB. (2012) O valor da informação no gerenciamento do risco aviário, *Revista Conexão Sipaer*, Disponível em <http://inseer.ibict.br/sipaer/index.php/sipaer/article/view/122/174> [20 Abril 2013].
- Rao, AKR & Pinos, A. (2003) Review on Annex 14, volume I: Provisions on bird strike hazard reduction, In: *26<sup>th</sup> International Bird Strike Committee Meeting*, Varsóvia, Polônia, Disponível em: [http://www.int-birdstrike.org/Warsaw\\_Papers/IBSC26%20WPOR1.pdf](http://www.int-birdstrike.org/Warsaw_Papers/IBSC26%20WPOR1.pdf) [05 Outubro 2009].
- Reis, NR; Peracchi, AL; Pedro, WA; Lima, IP. (2011) *Mamíferos do Brasil*, 2ª ed. Londrina, pp. 439.
- Rochard, B. (2000) The UK Civil Aviation Authority's Approach to Bird Hazard Risk Assessment. In: *International Bird Strike Committee, 25, 2000, Amsterdam, Proceedings...* IBSC 25, Amsterdam.
- Saracura, V; Macedo, RH; Blomqvist, D. (2008) Genetic parentage and variable social structure in breeding Southern lapwings, *The Condor*, 110, pp. 554-558.
- Serrano, IL; Neto, AS; Alves, VS; Mala, M; Efe, MA; Telino-Júnior, WR; Amaral, MF. (2005) Diagnóstico da situação nacional de colisões de aves com aeronaves, *Revista Brasileira de Ornitologia*, Vol. 1, No. 1, pp. 93-104.
- Sick, H. (1997) *Ornitologia Brasileira*, Rio de Janeiro, ed. Nova Fronteira.
- Sigrist, T. (2009) *Guia de campo Avis Brasilis – Avifauna brasileira: Pranchas e mapas*, 1ª ed. Editora Avisbrasilis. Vinhedo, SP, pp 480.
- Villarreal, LMA. (2008) *Programa Nacional de Limitación de Fauna en Aeropuertos. Republica de Colômbia, Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil, Version II*, pp. 104.



## ANEXO I

Lista de espécies registradas no SBAR no período de julho de 2012 a agosto de 2013

Nome do Táxon	Nome em português	Registro	Sítio	Característica
<i>Classe AVES (127)</i>				
<i>Família Tinamidae (1)</i>				
<i>Rhynchotus rufescens</i> (Temminck, 1815)	perdiz	V	O	
<i>Família Anatidae (5)</i>				
<i>Dendrocygna bicolor</i> (Vieillot, 1816)	marreca-caneleira	V	O	
<i>Dendrocygna viduata</i> (Linnaeus, 1766)	irerê			
<i>Cairina moschata</i> (Linnaeus, 1758)	pato-do-mato	V	P	
<i>Amazonetta brasiliensis</i> (Gmelin, 1789)	pé-vermelho	V	P	
<i>Anas bahamensis</i> (Linnaeus, 1758)	marreca-toicinho	C	O	
<i>Família Cracidae (1)</i>				
<i>Ortalis guttata</i> (Spix, 1825)	aracuã	V	O	
<i>Família Podicipedidae (1)</i>				
<i>Tachybaptus dominicus</i> (Linnaeus, 1766)	mergulhão-pequeno	V	P	
<i>Família Phalacrocoracidae (1)</i>				
<i>Phalacrocorax brasilianus</i> (Gmelin, 1789)	biguá	C	O	P
<i>Família Ardeidae (7)</i>				
<i>Tigrisoma lineatum</i> (Boddaert, 1783)	socó-boi			
<i>Nycticorax nycticorax</i> (Linnaeus, 1758)	savacu			
<i>Butorides striata</i> (Linnaeus, 1758)	socozinho	V	O	
<i>Bubulcus ibis</i> (Linnaeus, 1758)	garça-vaqueira	V	O	N
<i>Ardea alba</i> Linnaeus, 1758	garça-branca-grande	V	O	P
<i>Egretta thula</i> (Molina, 1782)	garça-branca-pequena	V	O	
<i>Egretta caerulea</i> (Linnaeus, 1758)	garça-azul	V	P	
<i>Família Cathartidae (3)</i>				
<i>Cathartes aura</i> (Linnaeus, 1758)	urubu-de-cabeça-vermelha	V	O	V
<i>Cathartes burrovianus</i> (Cassin, 1845)	urubu-de-cabeça-amarela	V	O	V
<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1793)	urubu-de-cabeça-preta	V	O	V
<i>Família Accipitridae (7)</i>				
<i>Chondrohierax uncinatus</i> (Temminck, 1822)	caracoleiro			
<i>Elanus leucurus</i> (Vieillot, 1818)	gavião-peneira	V	O	
<i>Accipiter superciliosus</i> (Linnaeus, 1766)	gavião-miudinho	V	P	
<i>Rostrhamus sociabilis</i> (Vieillot, 1817)	gavião-caramujeiro			
<i>Heterospizias meridionalis</i> (Latham, 1790)	gavião-caboclo			
<i>Rupornis magnirostris</i> (Gmelin, 1788)	gavião-carijó	V,C	O	
<i>Buteo brachyurus</i> (Vieillot, 1816)	gavião-de-cauda-curta			
<i>Família Rallidae (3)</i>				
<i>Aramides cajanea</i> (Statius Muller, 1776)	saracura-três-potes	V	O	
<i>Gallinula galeata</i> (Lichtenstein, 1818)	frango-d'água-comum	V	O	
<i>Porphyrio martinica</i> (Linnaeus, 1766)	frango-d'água-azul	V	O	
<i>Família Charadriidae (1)</i>				
<i>Vanellus chilensis</i> (Molina, 1782)	quero-quero	V,C	O	
<i>Família Scolopacidae (1)</i>				
<i>Actitis macularius</i> (Linnaeus, 1766)	maçarico-pintado	V	O	
<i>Família Jacanidae (1)</i>				
<i>Jacana jacana</i> (Linnaeus, 1766)	jaçanã	V	P	
<i>Família Columbidae (7)</i>				
<i>Aramides cajanea</i> (Statius Muller, 1776)	saracura-três-potes	V	O	
<i>Gallinula galeata</i> (Lichtenstein, 1818)	frango-d'água-comum	V	O	

## Continuação do Anexo A

Nome do Táxon	Nome em português	Registro	Sítio	Característica
<i>Columbina passerina</i> (Linnaeus, 1758)	rolinha-cinzenta	V	O	
<i>Columbina minuta</i> (Linnaeus, 1766)	rolinha-de-asa-canela			
<i>Columbina talpacoti</i> (Temminck, 1811)	rolinha-roxa	V	O	
<i>Columbina squammata</i> (Lesson, 1831)	fogo-apagou	V	O	
<i>Columbina picui</i> (Temminck, 1813)	rolinha-picui	V	O	
<i>Columba livia</i> (Gmelin, 1789)	pombo-doméstico	V	O	
<i>Patagioenas cayennensis</i> (Bonnaterre, 1792)	pomba-galega	V	P	
<i>Família Cuculidae (3)</i>				
<i>Piaya cayana</i> (Linnaeus, 1766)	alma-de-gato	V	P	
<i>Crotophaga ani</i> Linnaeus, 1758	anu-preto	V	O	N
<i>Guira guira</i> (Gmelin, 1788)	anu-branco	V	O	N
<i>Família Tytonidae (1)</i>				
<i>Tyto furcata</i> (Temminck, 1827)	coruja-da-igreja	V	O	P
<i>Família Strigidae (3)</i>				
<i>Megascops choliba</i> (Vieillot, 1817)	corujinha-do-mato	V	O	
<i>Athene cucularia</i> (Molina, 1782)	coruja-buraqueira	V	O	
<i>Asio clamator</i> (Vieillot, 1808)	coruja-orelhuda	V	O	
<i>Família Nyctibiidae (1)</i>				
<i>Nyctibius griseus</i> (Gmelin, 1789)	mãe-da-lua	V,F	P	
<i>Família Caprimulgidae (2)</i>				
<i>Hydropsalis albicollis</i> (Gmelin, 1789)	bacurau	V	O	
<i>Hydropsalis torquata</i> (Gmelin, 1789)	bacurau-tesoura			
<i>Família Apodidae (2)</i>				
<i>Chaetura spinicaudus</i> (Temminck, 1839)	andorinhão-de-sobre-branco	V	O	
<i>Chaetura meridionalis</i> Hellmayr, 1907	andorinhão-do-temporal	V	O	
<i>Família Trochilidae (5)</i>				
<i>Phaethornis ruber</i> (Linnaeus, 1758)	rabo-branco-rubro	V	O	
<i>Eupetomena macroura</i> (Gmelin, 1788)	beija-flor-tesoura	V	O	
<i>Chlorostilbon lucidus</i> (Shaw, 1812)	besourinho-de-bico-vermelho	V	O	
<i>Thalurania glaucopis</i> (Gmelin, 1788)	beija-flor-de-fronte-violeta	V	O	
<i>Hylocharis cyanus</i> (Vieillot, 1818)	beija-flor-roxo			
<i>Família Alcedinidae (2)</i>				
<i>Megaceryle torquata</i> (Linnaeus, 1766)	martim-pescador-grande	V	P	
<i>Chloroceryle amazona</i> (Latham, 1790)	martim-pescador-verde	V	P	
<i>Família Picidae (2)</i>				
<i>Colaptes melanochloros</i> (Gmelin, 1788)	pica-pau-verde-barrado	V	P	
<i>Dryocopus lineatus</i> (Linnaeus, 1766)	pica-pau-de-banda-branca			
<i>Família Falconidae (6)</i>				
<i>Caracara plancus</i> (Miller, 1777)	caracará	V,C	O	N
<i>Milvago chimachima</i> (Vieillot, 1816)	carrapateiro	V	O	
<i>Herpetotheres cachinnans</i> (Linnaeus, 1758)	acaúã	Z	P	P
<i>Falco sparverius</i> (Linnaeus, 1758)	quiriquiri	V	O	
<i>Falco femoralis</i> (Temminck, 1822)	falcão-de-coleira	V	O	
<i>Falco peregrinus</i> (Tunstall, 1771)	falcão-peregrino			
<i>Família Psittacidae (3)</i>				
<i>Eupsittula aurea</i> (Gmelin, 1788)	periquito-rei		O	
<i>Forpus xanthopterygius</i> (Spix, 1824)	tuim	V	O	
<i>Brotogeris tirica</i> (Gmelin, 1788)	periquito-rico	V	P	

## Continuação do Anexo A

Nome do Táxon	Nome em português	Registro	Sítio	Característica
<i>Família Thamnophilidae (1)</i>				
<i>Thamnophilus torquatus</i> (Swainson, 1825)	choca-de-asa-vermelha			
<i>Família Melanopareiidae (1)</i>				
<i>Melanopareia torquata</i> (Wied, 1831)	tapaculo-de-colarinho	V	P	
<i>Família Furnariidae (2)</i>				
<i>Furnarius rufus</i> (Gmelin, 1788)	joão-de-barro	V	P	
<i>Certhiaxis cinnamomeus</i> (Gmelin, 1788)	curutié	V	P	
<i>Família Rhyncocyclidae (2)</i>				
<i>Todirostrum cinereum</i> (Linnaeus, 1766)	ferreirinho-relógio	V	P	
<i>Hemitriccus margaritaceiventer</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	sebinho-de-olho-de-ouro	Z	O	
<i>Família Tyrannidae (15)</i>				
<i>Camptostoma obsoletum</i> (Temminck, 1824)	risadinha	V	O	
<i>Elaenia flavogaster</i> (Thunberg, 1822)	guaracava-de-barriga-amarela			
<i>Myiarchus swainsoni</i> Cabanis & Heine, 1859	irré	V	O	
<i>Myiarchus ferox</i> (Gmelin, 1789)	maria-cavaleira	V	O	
<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	bem-te-vi	V	O	
<i>Machetornis rixosa</i> (Vieillot, 1819)	suiriri-cavaleiro	V	O	
<i>Megarynchus pitangua</i> (Linnaeus, 1766)	neinei	V	O	
<i>Myiozetetes similis</i> (Spix, 1825)	bentevizinho-de-penacho-vermelho	V	O	
<i>Tyrannus melancholicus</i> Vieillot, 1819	suiriri	V	O	
<i>Tyrannus savana</i> Vieillot, 1808	tesourinha	V	O	
<i>Conopias trivirgatus</i> (Wied, 1831)	bem-te-vi-pequeno	V	O	
<i>Colonia colonus</i> (Vieillot, 1818)	viuvinha			
<i>Fluvicola nengeta</i> (Linnaeus, 1766)	lavadeira-mascarada	V	O	
<i>Arundinicola leucocephala</i> (Linnaeus, 1764)	freirinha			
<i>Satrapa icterophrys</i> (Vieillot, 1818)	suiriri-pequeno	V	O	
<i>Família Vireonidae (1)</i>				
<i>Cyclarhis gujanensis</i> (Gmelin, 1789)	pitiguari	Z	O	
<i>Família Corvidae (1)</i>				
<i>Cyanocorax cyanopogon</i> (Wied, 1821)	gralha-cancã	Z	P	
<i>Família Hirundinidae (7)</i>				
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i> (Vieillot, 1817)	andorinha-pequena-de-casa	V	O	
<i>Pygochelidon melanoleuca</i> (Wied, 1820)	andorinha-de-coleira	V	O	
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i> (Vieillot, 1817)	andorinha-serradora	V	O	
<i>Progne tapera</i> (Vieillot, 1817)	andorinha-do-campo	V	O	
<i>Progne chalybea</i> (Gmelin, 1789)	andorinha-doméstica-grande	V	O	
<i>Tachycineta albiventer</i> (Boddaert, 1783)	andorinha-do-rio	V	O	
<i>Tachycineta leucorrhoa</i> (Vieillot, 1817)	andorinha-de-sobre-branco	V	O	
<i>Família Troglodytidae (1)</i>				
<i>Troglodytes musculus</i> Naumann, 1823	corruíra	V	O	
<i>Família Donacobiidae (1)</i>				
<i>Donacobius atricapilla</i> (Linnaeus, 1766)	japacanim			
<i>Família Polioptilidae (2)</i>				
<i>Ramphocaenus melanurus</i> Vieillot, 1819	bico-assovelado	V	P	
<i>Polioptila plumbea</i> (Gmelin, 1788)	balança-rabo-de-chapéu-preto	V	O	
<i>Família Mimidae (2)</i>				
<i>Mimus gilvus</i> (Vieillot, 1807)	sabiá-da-praia			
<i>Mimus saturninus</i> (Lichtenstein, 1823)	sabiá-do-campo	V	O	

## Continuação do Anexo A

Nome do Táxon	Nome em português	Registro	Sítio	Característica
<i>Família Motacillidae (1)</i>				
<i>Anthus lutescens</i> Pucheran, 1855	caminheiro-zumbidor	V	O	
<i>Família Icteridae (4)</i>				
<i>Icterus cayanensis</i> (Linnaeus, 1766)	inhapim	V	O	
<i>Chrysomus ruficapillus</i> (Vieillot, 1819)	garibaldi			
<i>Molothrus bonariensis</i> (Gmelin, 1789)	vira-bosta			
<i>Sturnella superciliaris</i> (Bonaparte, 1850)	polícia-inglesa-do-sul	V	O	
<i>Família Thraupidae (13)</i>				
<i>Coereba flaveola</i> (Linnaeus, 1758)	cambacica	V	O	
<i>Nemosia pileata</i> (Boddaert, 1783)	saíra-de-chapéu-preto			
<i>Tangara sayaca</i> (Linnaeus, 1766)	sanhaçu-cinzento	V	O	
<i>Tangara palmarum</i> (Wied, 1823)	sanhaçu-do-coqueiro	V	O	
<i>Tangara cayana</i> (Linnaeus, 1766)	saíra-amarela	V	O	
<i>Paroaria dominicana</i> (Linnaeus, 1758)	cardeal-do-nordeste			
<i>Sicalis flaveola</i> (Linnaeus, 1766)	canário-da-terra-verdadeiro	V	O	
<i>Emberizoides herbicola</i> (Vieillot, 1817)	canário-do-campo	V	O	
<i>Volatinia jacarina</i> (Linnaeus, 1766)	tiziu	V	O	
<i>Sporophila lineola</i> (Linnaeus, 1758)	bigodinho	V	O	
<i>Sporophila nigricollis</i> (Vieillot, 1823)	baiano			
<i>Sporophila caerulea</i> (Vieillot, 1823)	coleirinho			
<i>Sporophila albogularis</i> (Spix, 1825)	golinho			
<i>Família Fringillidae (1)</i>				
<i>Euphonia chlorotica</i> (Linnaeus, 1766)	fim-fim	V	O	
<i>Família Estrildidae (1)</i>				
<i>Estrilda astrild</i> (Linnaeus, 1758)	bico-de-lacre	V	O	
<i>Família Passeridae (1)</i>				
<i>Passer domesticus</i> (Linnaeus, 1758)	pardal	V	O	
<i>Classe AMPHIBIA (2)</i>				
<i>Família Leptodactylidae (2)</i>				
<i>Leptodactylus labyrinthicus</i> (Spix, 1824)	rã-pimenta	VFC	O	
<i>Leptodactylus troglodytes</i> (Lutz, 1926)	sapo	V	O	
<i>Classe REPTILIA (12)</i>				
<i>Família Iguanidae (1)</i>				
<i>Iguana iguana</i> (Linnaeus, 1758)	camaleão	VF	O	
<i>Família Teiidae (3)</i>				
<i>Tupinambis merianae</i> (Dumeril e Bibron, 1839)	teiú	F	O	
<i>Cnemidophorus ocellifer</i> (Spix, 1825)	calaginho		O	
<i>Ameiva ameiva</i> (Cope 1868)	calango-verde	V	O	
<i>Família Tropiduridae (1)</i>				
<i>Tropidurus hispidus</i> (Spix, 1825)	lagartixa	V	O	
<i>Família Phyllodactylidae (1)</i>				
<i>Gymnodactylus geckoides</i> (Spix, 1825)	lagarto	V	O	
<i>Família Amphisbaenidae (1)</i>				
<i>Amphisbaena</i> sp.	cobra-cega	F	O	
<i>Família Gymnophthalmidae (1)</i>				
<i>Micrablepharus maximilliane</i> (Reinhardt e Lütken, 1862)	lagarto-de-cauda-azul		O	
<i>Família Colubridae (3)</i>				
<i>Oxyrhopus trigeminus</i> (Duméril, Bibron & Duméril, 1854)	serpente	VF	O	

## Continuação do Anexo A

Nome do Táxon	Nome em português	Registro	Sítio	Característica
<i>Philodryas nattereri</i> (Steindachner, 1870)	corre-campo		O	
<i>Leptophis ahaetulla</i> (Linnaeus, 1758)	azulão-boia	V	O	
Família Alligatoridae (1)				
<i>Caiman latirostris</i> (Daudin, 1802)	jacaré-do-papo-amarelo	VF	O	P
Classe MAMMALIA (12)				
Família Didelphidae (1)				
<i>Didelphis albiventris</i> Lund, 1840	saruê	V	O	
Família Dasypodidae (1)				
<i>Euphractus sexcinctus</i> (Linnaeus, 1758)	tatu-peba	VR	O	P
Família Cebidae (1)				
<i>Callithrix jacchus</i> (Linnaeus, 1758)	sagüi	VZ	O	
Família Leporidae (1)				
<i>Silvilagus</i> sp.	coelho	R	O	
Família Phyllostomidae (1)				
<i>Artibeus lituratus</i> (Olfers, 1818)	morcego	V	O	
Família Felidae (1)				
<i>Felis silvestris catus</i> (Linnaeus, 1758)	gato doméstico	VF	O	P
Família Canidae (2)				
<i>Canis lupus familiaris</i> (Linnaeus, 1758)	cachorro-doméstico	VF	O	P
<i>Cerdocyon thous</i>	raposa	VR	O	P
Família Procyonidae (1)				
<i>Procyon cancrivorus</i> (G. [Baron] Cuvier, 1798)	mão pelada	R	O	P
Família Equidae (1)				
<i>Equus ferus</i>	cavalo	VF	P	P
Família Caviidae (1)				
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i> (Linnaeus, 1766)	capivara	R	P	P
Família Dasyproctidae (1)				
<i>Dasyprocta</i> sp.	cutia	V	P	

As espécies de aves estão na ordem taxonômica segundo o Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (CBRO, 2014). As espécies de mamíferos estão em ordem taxonômica segundo Mamíferos do Brasil (Reis et al., 2011). Os itens da coluna “Registro” são: V – visualização; Z – zoofonia (cantos e chamados); F – fotos; R – Rastro; C – registro de colisões. Os itens da coluna “Sítio” são: O – área operacional, P – área patrimonial. Os itens da coluna “Característica” representam informações de cada espécie que influenciam no risco de fauna (probabilidade e severidade de colisão) de acordo com: P = espécie de porte elevado (maior que 1kg); N = espécie com número elevado de indivíduos no sítio aeroportuário (comportamento gregário); V = espécie com comportamento de voo em bando (revoadas) ou planeio circular (voo térmico).

# O papel do médico veterinário no gerenciamento do risco de fauna em aeródromos

Nárjara Veras Grossmann<sup>1,4</sup>, Weverton Souza Bandeira Mota<sup>2</sup>, Diogo Cristo da Silva e Silva<sup>3</sup>, Rebecca Martins Cardoso<sup>1</sup>

1 Coordenação Nacional do Programa Fauna nos Aeroportos Brasileiros, Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico, Universidade de Brasília, Campus Darcy Ribeiro, Brasília, DF

2 Estagiário do Programa Fauna nos Aeroportos – Aeroporto Internacional Val-de-Cans, Belém, PA

3 Coordenador Local Programa Fauna nos Aeroportos – Aeroporto Internacional Val-de-Cans, Belém, PA

4 [narjaragr.vet@gmail.com](mailto:narjaragr.vet@gmail.com)

**RESUMO:** O aumento na busca e no refinamento do gerenciamento do risco de fauna nos aeroportos brasileiros tem demandado a atuação de profissionais de diversas áreas. A participação do Médico Veterinário (MVet) contribui com trabalhos de patologia forense; avaliações clínicas assim como diagnósticos, contenções físicas e químicas, a captura e manejo de espécimes identificados como de risco. Questões como destinação de fauna e controle de animais domésticos são tópicos de grande importância já que implicam diretamente na segurança operacional e abrangem questões administrativas dentro e fora do aeroporto, onde o profissional da área pode ser útil. As etapas de fornecimento de informação, elaboração de estratégias e implementação de ações de monitoramento e controle de fauna em aeroportos beneficiam e, muitas vezes, precisam da presença de um Veterinário para sua plena execução.

**Palavras chave:** Aeroportos. Controle de animais. Manejo de Fauna. Perícia Animal.

## The role of veterinarians in airport wildlife management

**ABSTRACT:** The increase in the search for, and improvement of, airport wildlife management has required the participation of professionals from various areas of knowledge. The participation of veterinarian practitioners can contribute in terms of forensic pathology activities, clinical evaluations, diagnostics, physical and chemical restraints, capture and handling of specimens identified as of risk. Issues such as the destination of fauna and control of domestic animals are topics of great importance since they have a direct influence on operational safety, comprising administrative questions in and out of the airport to which the professional of the area can contribute. From information gathering, to strategic planning and implementation of actions regarding the monitoring and control of fauna at airports, veterinarians can provide valuable input to programs of airport wildlife management.

**Key words:** Airports. Wildlife Control. Fauna Handling. Wildlife Forensics.

**Citação:** Grossmann, NV; Mota, WSB; Silva, DCS; Cardoso, RM. (2014) O papel do médico veterinário no gerenciamento do risco de fauna em aeródromos. *Revista Conexão Sipaer*, Vol. 5, No. 1, pp. 43-47.

**Recebido** 19 novembro 2013; **Aceito** 08 abril 2014; **Publicado** 30 abril 2014

## 1 INTRODUÇÃO

A busca pela prevenção de colisões de aeronaves com fauna tem sido abordada por diversas frentes e por profissionais de várias áreas. Engenheiros têm se esforçado em criar aeronaves mais resistentes ao impacto, bem como radares capazes de detectar aves em certa distância dos aeródromos. As autoridades aeronáuticas reformulam regras gerais de voo, com o objetivo de diminuir os danos no caso de colisões (Transport Canada, 2002; Oliveira, 2012), e profissionais de diversas áreas contribuem com suas especialidades ao gerenciamento do risco de fauna (Guedes, 2011).

Com a conscientização sobre tal risco, a figura do profissional capacitado em fauna, em especial, o Biólogo, tem sido fundamental para trabalhos de diagnóstico, gerenciamento e manejo de fauna em aeroportos (Guedes, 2011). O aprofundamento do conhecimento referente à presença de fauna nos aeródromos e a necessidade do seu manejo direto demandam profissionais com outras formações, como os Médicos Veterinários (MVet), na composição de equipes multidisciplinares que apoiem o gerenciamento do risco de fauna.

O MVet atua nos aeroportos desde a criação da Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária que, além de outras medidas, instituiu serviços de vigilância em portos e aeroportos (Guimarães et al., 2010). O avanço no estudo das relações ecológicas e a necessidade de intervir diretamente sobre os indivíduos, seja para o controle ou conservação da fauna, tem apontado para a necessidade da inclusão de MVet em equipes multidisciplinares de manejo de fauna (Kock, 1996). O presente trabalho busca demarcar as áreas de atuação destes profissionais nos aeródromos.

## 2 O PAPEL DO MÉDICO VETERINÁRIO NOS AEROPORTOS

### 2.1 ANÁLISE DE CARCAÇAS

Segundo o PCA 3-2 – Plano Básico de Gerenciamento do Risco Aviário – PBGRA, colisão com ave é um evento que deve ser registrado quando houver reporte de piloto; identificação de danos ou marcas de colisão pela manutenção; reporte de visualização pelo pessoal em solo, por meio da identificação de carcaças em até 20 metros das laterais de uma

pista de pouso ou de taxi ou em até 50 metros das cabeceiras de uma pista de pouso/decolagem; e, por fim, quando a presença de fauna exercer efeito significativo sobre a operação do aeródromo (Cenipa, 2011). Atualmente, os reportes de colisões com fauna devem ser realizados *on line* quando carcaças forem localizadas em até 50 metros nas laterais e 300 metros nos prolongamentos de pistas de pouso e de decolagem (<http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/sigra/perigoAviarioExt>)

Pesquisas realizadas em aeroportos fora do Brasil apontam que até 86% dos reportes de colisão podem ser oriundos de carcaças encontradas na área operacional (Barras & Dolbeer, 2000). No entanto, para uma carcaça ser considerada oriunda de colisão não pode existir outro motivo aparente para a morte do animal (Cenipa, 2011). No ambiente aeroportuário, as carcaças encontradas nas áreas operacionais podem ser oriundas, primariamente, de colisões propriamente ditas ou do efeito de sopro de hélices ou turbinas de aeronaves (*jet blasts*), normalmente nos momentos de pouso e decolagem, quando os motores estão gerando maior tração/empuxo, em ambos os casos estes eventos devem ser considerados como colisões com fauna. Embora seja raro, carcaças oriundas de outras situações também podem ser encontradas, tais como: atropelamentos por automóveis que circulam dentro do sítio, doença e, em alguns casos, podem ser restos de presas trazidas ou predadas dentro do sítio.

Com o intuito de refinar os dados de colisões, pesquisadores buscam avaliar a existência de uma síndrome de colisão. Isto é, um padrão de lesões que pode ser caracterizada como oriunda de colisões com aeronaves (Lyne et al., 1998; Sheehy et al., 2003). No entanto, ainda não foi possível confirmar a existência de um padrão macroscópico típico diferenciado de outros eventos traumáticos, como colisões com automóveis (Sheehy et al., 2003). Alguns problemas apontados são o número limitado de amostras até então utilizadas para este tipo de estudo, os diferentes tipos de efeitos que podem ocorrer, dependendo da parte da aeronave em que ocorrer a colisão com o animal, e os efeitos pós-colisão como o impacto da carcaça contra o solo (Lyne et al. 1998; Sheehy et al. 2005). Alguns pesquisadores acreditam que, independente da origem (atropelamento por aeronave, carro ou *jet blast*), toda carcaça com evidência de trauma encontrada dentro do limite estabelecido deverá ser registrada como oriunda de colisão, já que sua presença na área de movimento de aeronaves é suficiente para criar situações de risco (Barras & Dolbeer, 2000).

Mesmo assim, vários aeroportos realizam a coleta, identificação e necropsia de todas as carcaças encontradas na área operacional como parte do seu programa de gerenciamento de risco de fauna (Linnell et al., 1996; Barras & Dolbeer, 2000; Fennessy et al., 2005; Sheehy et al., 2005).

Achados de predação nas carcaças também auxiliam no gerenciamento do risco de fauna, já que apontam para disponibilidade de recursos atrativos para espécies predadoras. Nos casos em que a carcaça possui sinal de traumas, associado

a sinais de predação post-mortem, tal condição pode ser um indicativo da demora no recolhimento deste material pelos fiscais, ocasionado um segundo evento de risco.

Por fim, carcaças com sinais de trauma severo, além das áreas mínimas estabelecidas pela Ficha Cenipa 15 (FC15), devem ser reportadas como colisão a fim de que sejam incluídas nas estatísticas, desde que haja um laudo que aponte para a existência de grave lesão traumática, já que, na maioria dos casos, colisões com fauna causam tal tipo de lesão.

## 2.2 MANEJO DE FAUNA

Os riscos causados pela fauna na aviação vão além das aves, já que muitos vertebrados terrestres podem adentrar ao sítio de aeródromos, causando riscos à operação de aeronaves. De acordo com os dados coletados por meio da FC15 em 2013, houve 410 eventos reportados envolvendo mamíferos terrestres (acima de 1kg), sendo 43 eventos de colisões. Algumas espécies frequentemente citadas nas FC15 incluem cães (*Canis lupus familiaris*) e gatos domésticos (*Felis catus*), que juntos representaram 156 reportes ou 38% do total de animais terrestres, raposas (*Lycalopex spp.*) e cachorros selvagens (*Cerdocyon thous*), que totalizaram 110 registros ou 26% do total de animais terrestres. Outras espécies reportadas incluem lebres (*Lepus europaeus*), tamanduás (*Myrmecophagidae*), quatis (*Nasua nasua*), capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*), e preguiças (*Bradypodidae*).

A presença destes mamíferos, assim como outros grupos, relatados continuamente para algumas localidades, reflete a necessidade de ações de gerenciamento desta fauna com a identificação de pontos de acesso em cercas patrimoniais, operacionais e por meio de sistemas de drenagem de águas pluviais. Outros atrativos também devem ser monitorados, como a presença de vegetação e de equipamentos em desuso, como aviões antigos, já que estes podem servir de abrigo para animais, bem como o descarte inadequado de resíduos orgânicos, que pode ser utilizado como fonte de alimento. Caso uma população seja identificada como residente no sítio operacional, após o fechamento dos acessos, manejos específicos de captura e de remoção devem ser postos em prática para evitar a reprodução e o aumento da população dentro do aeródromo.

O MVet auxilia no planejamento de ações para várias destas atividades, assim como na elaboração de planos de manejo que incluam procedimentos variados como captura, contenção, manejo, avaliação clínica e destinação.

Por exemplo, em situações emergenciais como incursões de fauna silvestre ou doméstica na área de manobras que demandem a contenção rápida e eficiente, o MVet deve coordenar esta ação e aplicar as medidas de contenção apropriadas. Nem sempre contenções físicas são possíveis e, no caso de animais silvestres, o manejo é bastante dificultado caso o animal não seja sedado.

A contenção química deverá ser realizada para fins terapêuticos emergenciais, transporte ou para facilitar a manipulação do indivíduo, principalmente para reduzir o

estresse e os diversos estímulos prévios à contenção (West et al., 2007). Para tal procedimento, o MVet deverá ter em conta alguns fatores que podem influenciar na execução de procedimentos, como contenção inadequada (fisiologia individual do animal, protocolos e anestésicos disponíveis), manipulação excessiva, temperaturas muito baixas ou muito altas, ruídos, reações adversas, colheita de amostras e tempo de demora na realização do procedimento. (Fowler, 2011). O mesmo vale para outros grupos de vertebrados em que sua presença no sítio operacional justifique ações mais intensas de captura, manejo e remoção.

No caso de animais silvestres e sinantrópicos capturados, estes devem ser avaliados quanto ao estado de saúde, antes de serem destinados ao cativeiro, às áreas de soltura, ou à eutanásia. A soltura destes animais deverá ser realizada de forma imediata, em no máximo 48 horas, de acordo com a Instrução Normativa 179 do Ibama (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis) que estabelece as condições necessárias à reintrodução de espécimes da fauna silvestre nativa. Caso algum animal seja destinado a criadores ou zoológicos, a doação do espécime também deverá seguir as normas delineadas em Ibama (2008). Animais com sinais de zoonoses, gravemente feridos ou com sinais clínicos de doenças graves deverão ser encaminhados a centros de reabilitação, clínicas ou zoológicos capazes de prover o tratamento adequado.

Já a fauna doméstica apresenta várias complicações quanto ao gerenciamento de risco, já que estes animais possuem fácil acesso aos aeroportos, pois vivem em bairros adjacentes, pertencendo, por vezes, aos moradores da região. Rondas e vistorias no interior do Aeroporto Internacional Presidente Juscelino Kubitschek de Brasília geraram reportes de avistamentos de cães com coleiras nas áreas patrimoniais do aeroporto, tendo em vista a adjacência de áreas residenciais. No caso de animais de rua, idealmente, estes devem ser encaminhados para Centros de Controle de Zoonoses para serem destinados à adoção ou à eutanásia. No entanto, no Brasil, vários Centros de Controle de Zoonoses não estão aceitando animais sadios, e, no caso de animais doentes, apenas aceitam com comprovações clínicas de doença de alto risco como raiva e leishmaniose (São Paulo, 2008; Rio Grande de Sul, 2009). Este fato obriga o operador aeroportuário a dedicar tempo para, além da captura, proporcionar o cuidado e subsequente doação destes animais seja para ONGs, clínicas veterinárias ou por meio de campanhas internas de adoção destes animais.

É necessário reavaliar o controle de animais domésticos, já que esses são de responsabilidade das prefeituras e não do operador aeroportuário. Esta administração deve atuar prioritariamente com situações de risco à aviação. O trabalho para evitar reincidências da presença destes animais na área operacional consiste em conscientizar a comunidade aeroportuária para não alimentar cães e gatos domésticos, e, em auxiliar os Gestores de Segurança Operacional e os setores

responsáveis pelo gerenciamento do risco de fauna para localizar acessos, evitando que estes animais adentrem no aeródromo.

Espécies da avifauna sinantrópica encontradas no Brasil atualmente representam riscos à aviação (Novaes & Alvarez, 2010), sendo o seu gerenciamento diferenciado, já que a soltura em ambientes naturais pode causar efeitos locais danosos. A composição de espécies sinantrópicas nos aeroportos e em outros ambientes urbanos pode variar de acordo com características como bioma local, cultura da população, o tamanho e o tipo de atividade desempenhada nas cidades (World Health Organization & World Small Animal Veterinary Association, 1981). Estratégias de manejo e controle de fauna sinantrópica são aplicadas em diversas situações e em vários táxons de vertebrados e invertebrados (Newsome, 1990; Saunders et al., 1995; Lafferty & Kuris, 1996; Robertson et al., 2004). Devido ao impacto que estes animais podem causar nos ambientes urbanos, altas taxas demográficas e o risco que impõem à saúde pública estratégias de manejo devem incluir medidas como o abate e a eutanásia de espécimes capturados.

O termo eutanásia que, do grego, significa “morte boa”, é um método que implica uma morte rápida, sem dor e estresse para o indivíduo (American Veterinary Medical Association, 2007; Governo Brasileiro, 2013). Idealmente a morte deve ser rápida, via parada cardiorrespiratória e subsequente perda de função nervosa. Antes de o procedimento ser finalizado, o animal deve sofrer o mínimo de estresse possível, o que é complicado considerando que o próprio procedimento de captura e contenção de espécies silvestres já propicia este tipo de reação (American Veterinary Medical Association, 2007).

No Brasil, existe uma sólida legislação que rege os procedimentos necessários para realização de eutanásia, tanto nos critérios que deverão ser adotados na escolha do indivíduo, quanto nos métodos adotados para realização do procedimento (Conselho Federal de Medicina Veterinária, 2002; Governo Brasileiro, 2013). O conhecimento acerca da fisiologia das aves e das características dos fármacos utilizados permite a elaboração de protocolos eficientes, rápidos e econômicos que condizem com a necessidade de eutanásia de grandes quantidades de animais.

### 3 CONCLUSÕES

O papel do MVet em aeroportos vem crescendo com o aumento da necessidade de trabalhos de gerenciamento do risco de fauna. Dentre os procedimentos realizados por este profissional estão: a contenção química dos espécimes, biometria, exame clínico, coleta de material biológico, leitura e interpretação de exames laboratoriais (quando necessário), diagnósticos clínicos e patológicos, avaliação de carcaças, necropsias, determinação da *causa mortis* e destinação adequada aos indivíduos capturados. A participação do MVet nas áreas de patologia forense, sanidade, epidemiologia, pesquisa, manejo e educação da comunidade quanto ao tema



tem possibilitado o aumento da eficiência e rendimento do trabalho de gerenciamento do risco de fauna nos aeroportos que contam com a atuação deste profissional. Portanto, os administradores aeroportuários devem considerar a possibilidade de inclusão do MVet nas equipes voltadas para o gerenciamento de risco e o manejo de fauna nos aeroportos.

## AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Fauna nos Aeroportos Brasileiros, INFRAERO e Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Universidade de Brasília.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Veterinary Medical Association (AVMA). (2007) *Guidelines on Euthanasia* (Formerly Report of the AVMA Panel on Euthanasia) American Veterinary Medical Association (AVMA), United States of America.
- Barras, SC; Dolbeer, RA. (2000) *Reporting bias in bird strikes at John F. Kennedy International Airport*, New York, 1979-1998. pp. 17-21.
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Não Renováveis (Ibama). (2008), Instrução Normativa nº 179 de 25 de junho de 2008, *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, 2008, [Online], Disponível em: <http://www.febraps.org.br/v3/download/docs/Instru%C3%A7%C3%A3o%20Normativa%20No%20179%20de%2025%20de%20Junho%202008.pdf> [21 Fevereiro 2014].
- Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (Cenipa). (2011) Plano Básico de Gerenciamento do Risco Aviário: PCA 3-2, *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, Seção 1, p. 5. 2011. [Online], Disponível em: [http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/Anexos/article/205/PCA\\_3-2\\_PBGRA.pdf](http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/Anexos/article/205/PCA_3-2_PBGRA.pdf) [20 Novembro 2013].
- Governo Brasileiro. (2013) Portaria n. 596, de 25 de junho de 2013, *Diretrizes da prática de eutanásia do CONCEA*. Ministério da ciência, tecnologia e inovação, Conselho nacional de controle de experimentação animal (CONCEA), Disponível em: <http://web.fc.unesp.br/Home/Pesquisa/diretrizes-da-pratica-de-eutanasia-do-concea.pdf> [15 Janeiro 2013].
- Conselho Federal de Medicina Veterinária (CFMV). (2002) *Resolução nº 714, de 20 de Junho de 2002*, Conselho Federal de Medicina Veterinária, Disponível em: [http://www.cfmv.org.br/porta/legislacao/resolucoes/resolucao\\_714.pdf](http://www.cfmv.org.br/porta/legislacao/resolucoes/resolucao_714.pdf) [20 Outubro 2011].
- Fennessy, G; Kelly, TC; Bolger, R; Sheehy, S; O'Callaghan, M. (2005) Ground versus air Seasonal changes in the use by birds of an Irish Airport, *International Bird Strike Committee*, Athens, Greece, pp. 23-27.
- Fowler, M. (2011) *Medical problems during restraint. Restraint and handling of wild and domestic animals*, Wiley-Blackwell, Singapore, Hong Kong, pp. 66-69.
- Guedes, FL. (2011) A atuação do biólogo no gerenciamento do risco aviário em aeroportos, *Revista Conexão SIPAER*, Vol. 2, pp. 56-72.
- Guimarães, FF; Baptista, AAS; Machado, GP; Langoni, H. (2010) Ações da vigilância epidemiológica e sanitária nos programas de controle de zoonoses, *Veterinária e Zootecnia*, Vol. 17, No. 2.
- Kock, MD. (1996) Wildlife, people and development: veterinary contributions to wildlife health and resource management in Africa, *Tropical animal health and production*, Vol. 28, pp. 68-80.
- Lafferty, K; Kuris, A. (1996) Biological control of marine pests, *Ecology*, Vol. 77, pp. 1989-2000.
- Linnell, MA; Conover, MR; Ohashi, TJ. (1996) Analysis of bird strikes at a tropical airport, *The Journal of Wildlife Management*, Vol. 60, pp. 935-945.
- Lyne, K; Gassner, I; Bolger, R; Kelly, TC. (1998) Is there a bird strike syndrome? Preliminary results from autopsy findings, pp. 14-18, *International Bird Strike Committee*, Stara Lesna, Slovakia.
- Newsome, A. 1990. The control of vertebrate pests by vertebrate predators, *Trends in ecology & evolution*, Vol. 5, pp. 187-191.
- 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, *Revista Conexão SIPAER*, Vol. 1, pp. 47-68.
- Oliveira, HRB. (2012) O valor da informação no gerenciamento do risco aviário, *Revista Conexão SIPAER*, Vol. 3, pp. 165-188.
- Rio Grande do Sul. (2009). *Lei Estadual nº 13.193 de 30 de junho de 2009*, Governo do Rio Grande do Sul, [Online], Disponível em: <http://www.pelotas.rs.gov.br/centro-zoonoses/legislacao/arquivos/Lei-13.193-Controlde-da-Reproducao-de-Caes-e-Gatos-de-Rua-no-RS.pdf> [13 Janeiro 2013].
- Robertson, BC; Gemmill, NJ. (2004) Defining eradication units to control invasive pests, *Journal of Applied Ecology*, Vol. 41, pp. 1042-1048.
- Saunders, G; Coman, B; Kinnear, J; Braysher, M. (1995) *Managing vertebrate pests: foxes*, *Bureau of Resource Sciences*, Australian Government Publishing Service.
- São Paulo. (2008). *Lei Estadual nº 12.916 de 16 de abril de 2008*, Governo de São Paulo [Online], Disponível em: <http://www.ribeiraopreto.sp.gov.br/ssaude/vigilancia/zoonoses/legis/lei-estadual-12916.pdf> [17 Janeiro 2013].
- Sheehy, S; Kelly, TC; Bourke, P; O'Callaghan, M; Fennessy, GJ; Bolger, R. (2003) A comparison of the injury syndromes associated with different sources of avian mortality, *International Bird Strike Committee*, Warsaw, Poland, Disponível em: [http://www.int-birdstrike.org/Warsaw\\_Papers/IBSC26%20WPBB1.pdf](http://www.int-birdstrike.org/Warsaw_Papers/IBSC26%20WPBB1.pdf) [20 Novembro 2013].
- Sheehy, S; Kelly, TC; Fennessy, GJ; ; O'Callaghan, M; Bolger, R. (2005) Bird Strike Syndrome: Towards Developing an Index of Bird Injury, *International Bird Strike Committee*, Athens, Greece, pp. 23-27.

West, G; Heard, D; Caulkett, N. (2007) *Zoo Animal & Wildlife Immobilization and Anesthesia*, Blackwell Publishing, Ames, Iowa.

World Health Organization/ World Small Animal Veterinary Association (WHO/WSAVA), (1981) Guidelines to reduce

human health risks associated with animals in urban areas, *Veterinary Public Health Unit, Division of communicable diseases*, Vol. 81, No. 29, pp. 73.

# Programas de gerenciamento de risco de fauna em aeródromos: o que funciona?<sup>1</sup>

Kylie Patrick<sup>2,3</sup>, Phil Shaw<sup>2</sup>

1 Traduzido e adaptado para o português por Henrique Rubens Balta de Oliveira

2 Avisure Pty Ltd, P.O. Box 404, West Burleigh, Queensland, AUS, 4219

3 [kpatrick@avisure.com.au](mailto:kpatrick@avisure.com.au)

4 Artigo originalmente publicado nos Anais do 5º Simpósio de Segurança de Voo do Instituto de Pesquisas e Ensaios em Voo (<http://www.ipev.cta.br/ssv-apresentacoes/2012/anais-2012.html>)

**RESUMO:** Em todo o mundo, o índice de colisões com aves está aumentando. A aviação civil registra 55 acidentes fatais por colisões com aves que resultaram em 276 fatalidades e destruíram 108 aeronaves (Thorpe, 2012), com custos que excedem US\$ 1.2 bilhões ao ano (Allan, 2002). Dados de colisões com aeronaves militares são bastante escassos ou imprecisos. Entretanto, os existentes e disponíveis sugerem tendência de aumento semelhante. Melhorias no reporte de colisões, maior quantidade de voos, maior uso do ambiente urbano por espécies de fauna e aeronaves mais rápidas e silenciosas contribuem para tal tendência. Globalmente, o momento é oportuno à construção (e implantação) de abordagem integrada do setor aeronáutico no gerenciamento do risco de fauna. Todavia, modelos de gerenciamento atuais são focados principalmente no operador de aeródromo. Aeroportos devem implantar programas de gerenciamento totalmente integrados e robustos que visem à redução dos índices de colisões, minimizando o risco. Os requisitos legais e de regulação variam consideravelmente de país para país. Porém, os elementos fundamentais de programas de gerenciamento de risco de fauna que impactam positivamente nas colisões são universais. Elementos de programas bem sucedidos incluem: clara definição de atribuições e responsabilidades; monitoramento de perigos (dentro e fora do aeródromo); coleta de dados com qualidade (vistorias e reportes de colisões) que permitam avaliar o progresso do programa e identificar tendências; definição clara de eventos de colisões; treinamento de pessoal; dispersão ativa de fauna; modificação do ambiente; envolvimento e comunicação com *stakeholders*; planos de gerenciamento de risco que documentem os riscos, os procedimentos e as avaliações do risco residual. Cada elemento do programa será visto aqui, identificando os obstáculos previamente conhecidos, e ainda um exemplo de como um requisito de regulação nacional pode ser usado para estimular os Programas de Gerenciamento de Risco de fauna em aeródromos (PGRF).

**Palavras chave:** Colisão com ave. Risco de fauna. Mitigação de Risco. Avaliação de Risco. IBSC. OACI. CASA. Gerenciamento de Risco. Programa Integrado.

## *Bird strike hazard management programs at airports: what works?<sup>4</sup>*

**ABSTRACT:** Worldwide, the bird strike rate is increasing. Civil aviation has reported 55 fatal bird strike incidences, resulting in 276 human fatalities and destroying 108 aircraft (Thorpe 2012), with a cost exceeding US\$1.2 billion per annum (Allan, 2002). Military strike data is largely unavailable or inadequate; however available data suggests a similar increasing trend. Improved strike reporting, more aircraft movements, increasing urbanisation of some wildlife species, and faster quieter aircraft are some of the key contributors. Globally, momentum is building to implement a whole-of-industry approach to managing the bird strike risk, however current management models focus primary responsibility on the airport operator. As such, airports must implement fully integrated and robust bird hazard programs that aim to reduce the strike rate and minimize the hazard. Regulatory and legislative requirements vary considerably from county to country, however the fundamental elements of bird hazard management programs that positively impacts the strike rate is universal. Elements of successful programs include; clearly defined roles and responsibilities, monitoring hazards (on- and off-airport), collecting good data (surveys and strikes) to assess program progress and identify trends, clearly defining bird strike events, training, active dispersal, habitat management, stakeholder involvement and communication, hazard management plans that document risks and procedures, and risk assessments. Each program element will be overviewed here, identifying known impediments to program success, and an example how national regulatory requirement is used to influence bird hazard management programs at airports.

**Key words:** Bird strike. Wildlife Hazard. Risk Mitigation. Risk Assessment. IBSC. ICAO. CASA. Hazard Management. Integrated Program.

**Citation:** Patrick, K; Shaw, P. (2012). Bird strike hazard management programs at airports: what works? In: IPEV (Instituto de Pesquisas e Ensaios em Voo), 5º Simpósio de Segurança de Voo do Instituto de Pesquisas e Ensaios em Voo, São José dos Campos, 28-30 agosto 2012.

## 1 INTRODUÇÃO

A revisão dos dados estatísticos de colisões com aves da *United States Air Force* (USAF), entre 1973 e 2000, destaca quão elevado o risco de colisões com fauna pode ser. Durante este período, a USAF perdeu 35 tripulantes e 42 aeronaves devido a colisões com aves (Kelly, 1999; DeFusco et al., 2005). No período observado, a chance de perder um piloto ou

## *Introduction*

*A review of the United States Air Force (USAF) bird strike statistics between 1973 and 2000 highlights how real the wildlife strike risk can be. During this period, the USAF lost thirty-five crew and forty-two aircraft to bird strike; between 1990 and 2000, they lost seventeen aircraft in combat and twelve aircraft to bird strike (Kelly, 1999; DeFusco et al., 2005).*

uma aeronave da USAF devido a colisão com ave é quase igual à chance de perda em combate, ou seja, estariam perdendo significativa capacidade operacional. Richardson & West (2000) analisaram os dados relativos a colisões com aves por aeronaves militares da Europa, Canadá, Estados Unidos, Israel, Austrália e Nova Zelândia entre 1950 e 1999, identificando 263 acidentes/incidentes sérios relacionados com aves, incluindo 63 acidentes fatais que produziram 141 vítimas. Entre 2002 e 2011, o Australian Transport Safety Bureau (ATSB) afirma que incidentes no transporte aéreo (excluindo a aviação geral), envolvendo a fauna, representam 23% de todos os incidentes não sérios (aqueles que não resultaram em dano significativo, fatalidade ou catástrofe) na Austrália (ATSB, 2012). Na aviação geral, a mesma taxa é de 9% (ATSB, 2012). Todos os dados suportam que o risco de colisões com aves representa sério problema para a aviação, o que deve garantir alto nível de compromisso da alta gerência das organizações e alta alocação de recursos para o seu gerenciamento. O futuro do gerenciamento efetivo do risco de fauna deverá incorporar contribuições significativas de todas as áreas da indústria de aviação (ou seja, controle de tráfego aéreo, companhias aéreas, pilotos, fabricantes de aeronaves), juntamente com a evolução tecnológica, tais como radar para detecção de aves e outros dispositivos de sensoriamento remoto para acomodar modelos de gerenciamento baseados em separação entre aeronaves e aves.

Contudo, o modelo atual atribui responsabilidade quase que exclusiva ao operador de aeródromo para o desenvolvimento e a implantação de Programas de Gerenciamento de Risco de Fauna (PGRF), a fim de mitigar o risco na operação de aeronaves nos aeródromos (ICAO, 2012; IBSC, 2006). Aqui, são apresentados os princípios básicos do modelo atual de gerenciamento, identificando e resumindo os elementos-chave para cumprir, e, em alguns exemplos, exceder as melhores práticas internacionais.

## 2 A ABORDAGEM INTEGRADA

Não há ferramenta de gerenciamento única que vá ‘resolver’ o problema de colisão com aves. Soluções rápidas do tipo ‘instale-e-esqueça’ são normalmente caras e quase sempre ineficientes. Geralmente, PGRF devem ser de longo prazo, totalmente integrados e destinados a identificar, monitorar, gerir e avaliar o risco de fauna. Especificamente, estes programas devem: definir responsabilidades, implantar protocolos de monitoramento que colem dados para análise profunda, incorporar medidas ativas e passivas, envolver stakeholders, comunicar rápida e eficazmente riscos, avaliar o risco com o uso de ferramenta formal, conter as definições dos eventos de interesse, estimular uma cultura positiva de reporte de eventos, facilitar treinamento adequado, prover equipamentos apropriados e outros recursos. Além disso, os reguladores nacionais são incentivados a regular os requisitos específicos para o PGRF e para a auditoria regular deste, visando à verificação de conformidade do operador. Isso deve estar de acordo com as orientações da Organização de Aviação Civil Internacional (Anexo 14) (ICAO, 2012).

*At that time, there was an almost equal chance the USAF could lose a pilot and/or aircraft from bird strike as from combat, and they were losing significant operational capability. Richardson & West (2000) reviewed military bird strike data for Europe, Canada, USA, Israel, Australia and New Zealand between 1950 and 1999 identifying 263 serious bird-related incidences, including 63 fatal incidences resulting in 141 deaths. Between 2002 and 2011, the Australian Transport Safety Bureau (ATSB) reported wildlife related incidents for civilian air transport (excluding general aviation) in Australia was the most common occurrence, accounting for 23% of all non-serious incidents (incidents that did not result in significant damage, fatality or catastrophe) (ATSB, 2012). For general aviation, incidences for non-serious strike for the same period accounted for 9% (ATSB, 2012). All strike and hazard data supports bird strike as a serious aviation safety hazard that warrants high-level commitment and resource allocation for management. The future of effective bird strike management will incorporate a significant contributions from all facets of the aviation industry (i.e. air traffic control, airlines, pilots, aircraft manufacturers), along with the integration of technology such as bird detection radar and other remote sensing devices to accommodate separation-based management models.*

*However, the current model places the responsibility almost solely on the airport operator to develop and implement bird hazard management programs to mitigate the risk to aircraft operating on airports (ICAO, 2012; IBSC, 2006). Here we present the basic principles of the current management model, identifying and summarising the key management elements that comply with, and in some instances, exceed international best practice.*

### *The Integrated Approach*

*There is no single management tool that will ‘solve’ the bird strike problem. Quick ‘set-and-forget’ solutions are often expensive and are almost always ineffective. Generally, bird hazard management programs must be long-term, fully integrated, and aim to identify, monitor, manage and evaluate the wildlife risk. Specifically, these programs should: define responsibilities; implement hazard monitoring protocols that collect data for meaningful analysis; incorporate active and passive measures; involve stakeholders; communicate risks quickly and effectively; assess the risk via formal risk assessments; document strike, monitoring and management data; define strikes; encourage a positive strike reporting culture; facilitate suitable training, and provide appropriate equipment and other resources. Furthermore, national regulators are encouraged to regulate the specific requirements for management programs and audit airport regulatory compliance regularly. This should align with International Civil Aviation Organization (ICAO) guidelines (ICAO Annex 14, ICAO 2012).*

## 2.1 DEFININDO ATRIBUIÇÕES E RESPONSABILIDADES

A identificação do cargo da administração do aeródromo que tem a responsabilidade global pela condução do PGRF é fundamental para garantir o desenvolvimento e a alocação de recursos adequados ao mesmo (IBSC, 2006). Além disso, as atribuições e as responsabilidades de todos os funcionários encarregados de tarefas relativas ao PGRF devem ser claramente definidas e documentadas (ICAO, 2012).

## 2.2 MONITORAMENTO E COLETA DE DADOS

Os programas de monitoramento de aves devem ser padronizados e replicáveis, coletando os dados relevantes para o gerenciamento do risco de fauna no aeródromo. Dados confiáveis possibilitam análise robusta e sedimentada, que por sua vez permite melhor julgamento das tendências de colisões e do próprio risco. Também permitem que o sucesso ou o fracasso do PGRF possa ser medido. O pessoal que executa o monitoramento de aves deve receber treinamento em procedimentos de identificação e de recenseamento de aves, bem como devem estar devidamente equipados com binóculos e tabelas padronizadas de coleta de dados. O monitoramento deve ser uma atividade frequente e de longo prazo, a fim de identificar as tendências sazonais de atividade das aves. O entendimento destas tendências (ou seja, padrões de migração e de reprodução) pode ajudar a desenvolver abordagens preditivas para o gerenciamento. O monitoramento de focos atrativos (perigos) no entorno do aeródromo (Área de Segurança Aeroportuária) é tão importante quanto no aeródromo.

## 2.3 GERENCIAMENTO ATIVO

A perturbação e a dispersão da fauna são críticas para o gerenciamento imediato do risco (redução imediata). O pessoal do aeródromo com tal responsabilidade deve aplicar várias técnicas e dispositivos de formas diferentes. A dependência de apenas um ou dois dispositivos de dispersão resulta em rápida acomodação pelas aves, reduzindo significativamente a eficiência dos dispositivos e, finalmente, tendo mínima, ou nenhuma, influência nos índices de colisões. Dispositivos de dispersão podem incluir, mas não se limitam a: emissores de ruídos de agonia ou de estresse, emissores de luzes, pirotécnicos, canhões de gás, raios laser, falcoaria, dispositivos de controle remoto, cães, chicotes para gado (som produzido por), emissores de assobios, veículos e sirenes (IBSC, 2006; USAF, 2004; FAA, 2005). Devido à rápida acomodação aos dispositivos estáticos, o seu uso não é recomendado. O pessoal que fará uso dos dispositivos de dispersão deve estar treinado para fazer uso adequado dos mesmos (incluindo armas de fogo, se necessário), assim como na identificação de espécies e na segurança em área operacional de aeródromos. Além disso, o pessoal deverá estar treinado para identificar/priorizar espécies de aves que representem maior risco à aviação, bem como sua área e horários preferenciais.

O controle letal de aves (espécies-problema) é um componente útil e importante do PGRF. Devido à sensibilidade desta atividade, só deve ser utilizado para remover espécies que

## *Defining Roles & Responsibilities*

*Identifying the position that has overall responsibility for driving and directing an airport bird management program is critical to ensure program progress and the adequate allocation of resources (IBSC, 2006). Furthermore, the roles and responsibilities of all personnel charged with the responsibility of bird strike management should be clearly defined and documented (ICAO, 2012).*

## *Monitoring & Data Collection*

*Bird monitoring programs should be standardized, replicable and capture relevant data. Reliable data provides analysis that is more robust and meaningful, allowing a greater appreciation of risks, strike trends, and hazard trends. It also allows the success or failure of management programs to be measured. Personnel carrying out bird surveys must receive training on count procedures, bird identification, and be suitably equipped with binoculars and standardized datasheets. Monitoring should be long-term and frequent enough to identify seasonal trends in bird activity. Understanding seasonal trends in bird activity (i.e. migration and breeding patterns) can help to develop predictive approaches to management. Monitoring off-airport wildlife hazards is equally important.*

## *Active Management*

*Harassment and dispersal is critical for immediate hazard management. Airport personnel charged with this responsibility should apply various devices and techniques in varied ways. Reliance on only one or two devices quickly results in habituation by birds, significantly reducing their effectiveness, and ultimately having minimal, or no, influence on the strike rate. Dispersal tools may include, but not be limited to, distress callers, lights, pyrotechnics, gas canons, lasers, falconry, remote controlled devices, dogs, stockwhips, whistle, vehicles and sirens (IBSC, 2006; USAF, 2004; FAA, 2005). Due to rapid habituation to static devices, we do not recommend their use. Personnel must be trained and competent in dispersal tool use (incl. firearms if required), species identification and airport situational awareness. Furthermore, personnel must be trained on how to identify and prioritize hazardous birds, locations, and times.*

*The lethal control of hazardous birds is a useful and important component of management programs. Due to the sensitivity of this activity, it should only be used to remove high or moderate risk species, and only if all other methods of dispersal have been exhausted without the desired effect. In some circumstances, lethal control is useful to reinforce other dispersal techniques. All lethal control activity must adhere to*

representem risco alto ou moderado, e somente se todos os métodos de dispersão tenham sido inócuos. Em algumas circunstâncias, o controle letal é útil para reforçar outras técnicas de dispersão. Toda atividade de controle letal deve observar a legislação em vigor, as diretrizes de bem-estar animal e códigos de ética profissional. O pessoal deve estar treinado e habilitado ao uso competente de armas de fogo, identificação de espécies e segurança em área operacional.

Outras abordagens de gerenciamento ativo incluem a captura, a translocação, a remoção de ovos e de ninhos de espécies-problema, em coordenação com a autoridade ambiental competente, a fim de desencorajar o uso do local e quebrar o sucesso reprodutivo no aeródromo.

#### 2.4 GERENCIAMENTO PASSIVO

O gerenciamento passivo visa à manipulação dos recursos atrativos, reduzindo o uso potencial do local pela fauna. Os resultados de medidas de gerenciamento passivo são, usualmente, mais permanentes se comparadas com as práticas ativas de gerenciamento. O passivo normalmente tem como objetivo áreas gramadas, ilhas de vegetação, cursos d'água, drenagem, construções e cercamento.

Ensaio realizados em vários aeródromos em diversas partes do mundo suportam o conceito de que a manutenção cuidadosa da grama longa (200-300mm) é um método viável de desencorajar o forrageamento de aves no solo (Ecosure, 2008; Thomson, 2005). A grama longa e outras coberturas vegetais diminuem a detecção de predadores pelas presas (Devereux et al., 2006; Whittingham et al., 2004; Butler & Gillings, 2004; Whittingham & Evans, 2004) criando um ambiente inseguro para aves forrageiras. Todavia, em algumas circunstâncias, a grama longa pode criar risco de fauna adicional. Além disso, o tipo de grama, o tipo de solo e as condições climáticas podem impedir o crescimento da grama, assim sendo, testes específicos para cada local são recomendados.

Depressões no terreno interno do aeródromo podem acumular água após chuvas, atraindo aves. Depressões devem ser identificadas e preenchidas. Sistemas de escoamento mal projetados ou com manutenção deficiente podem atrair aves, o que inclui todo o sistema de escoamento de águas, ou seja, drenos, bueiros e tubulações. O projeto de um novo sistema de drenagem deve considerar a atração de aves, modificando partes atuais do sistema existente para reduzir a atração (por exemplo, substituição de esgotos densamente cobertos de vegetação por canais de drenagem concretados). Lagoas de retenção ou outras fontes de água permanentes com grande área devem ser modificadas, eliminadas ou devem ser instalados dispositivos de exclusão que impeçam o acesso ao local, tais como redes de cobertura.

A infraestrutura do aeródromo pode oferecer locais de empoleiramento, pernoite ou construção de ninhos pelas aves. Áreas de atração devem ser identificadas e modificadas para restringir o acesso ou eliminar o uso pelas aves.

Cercas perimetrais adequadas podem efetivamente evitar o acesso de animais terrestres. É recomendado que a cerca uti-

*relevant legislation, animal welfare guidelines and codes of practice. Personnel must be trained and competent in firearm use, species identification and airport situational awareness.*

*Other active management approaches include the trapping and relocation of problematic wildlife, in coordination with local environment authorities, and the removal of eggs and nest from airside areas to discourage site usage and to disrupt local breeding success.*

#### *Passive Management*

*Passive management aims to manipulate local resources and attractants to reduce their appeal. The results of passive management measures are usually more permanent compared to active management. Passive management usually targets grasslands, landscaping, waterways, drainage, buildings and fencing.*

*Trials at various airports around the world support the concept that carefully managed long grass (200-300mm) is a viable method of deterring ground foraging birds (Ecosure 2008; Thomson 2005). Long grass, or other ground vegetation, lowers predator detection (Devereux et al 2006; Whittingham et al 2004; Butler & Gillings 2004; Whittingham & Evans, 2004) creating unsafe environments for birds to forage. However, in some circumstances, long grass may create additional wildlife hazards. Additionally, grass type, soil type and climatic influences may impede grass growth, therefore site-specific trials are recommended.*

*On-airfield soil depressions accumulate water following rain creating a bird attraction. Depression should be identified and filled. Poorly designed, or poorly managed, drains can attract birds, including drain infrastructure such as culverts and pipes. New drain design should consider the potential bird attraction, and existing drains can be modified to reduce the attraction (e.g. the replacement of unlined, heavily-vegetated drains with concrete-lined drains). Retention ponds or other large permanent water sources should be modified, eliminated or exclusionary devices, such as netting, installed.*

*Airport infrastructure can provide perching, nesting and roosting opportunity for birds. Areas of attraction should be identified and modified to restrict access or deter use.*

*Adequate perimeter fencing can effectively prohibit*

lizada tenha pelo menos 30 cm de extensão abaixo do nível do solo para prevenir o acesso de animais cavadores. A cerca perimetral deve enclausurar completamente o lado-ar (*airside*) e deve ser inspecionada regularmente para evitar possíveis discontinuidades.

O Transport Canada (2001) recomenda a remoção de árvores para reduzir os poleiros, pontos de pernoite e outras oportunidades de existirem abrigos para aves no aeródromo. As árvores criam também oportunidades de forrageio para animais nectívoros e frugívoros, como aves e morcegos. Toda a paisagem do aeródromo, incluindo as áreas não pavimentadas, deve ser avaliada, quanto à sua utilização, por aves e outros animais, todas as obras que modifiquem esta paisagem devem considerar em seu projeto a atração potencial de aves em relação às espécies de flora e sua distribuição espacial.

## 2.5 ENVOLVENDO AS PARTES INTERESSADAS

Apesar da abordagem atual, centrada no aeródromo, a contribuição dos stakeholders é necessária. A formação de comissões de gerenciamento de risco de fauna em aeródromos cria um fórum para companhias aéreas, controladores de tráfego aéreo, representantes do governo, reguladores, representantes do meio ambiente e proprietários/arrendatários de terras no entorno para trabalhar com a administração do aeródromo na identificação de perigos e no compartilhamento dos riscos, contribuindo com recursos e cooperativamente desenvolvendo estratégias de mitigação do risco de fauna no local. Abordagens de diversos stakeholders para o gerenciamento, em última análise, produzem resultados mais significativos, promovem a cooperação dentro da indústria aeronáutica e incrementam o gerenciamento do risco de colisões com aves.

## 2.6 COMUNICANDO RISCOS

A cooperação dos stakeholders aeronáuticos é necessária para acelerar a disseminação da informação dos riscos que podem comprometer a segurança da aviação. Canais formais de comunicação tais como Notice to Airmen (NOTAM), Internal Notice to Airmen (INTAM), Bird Watch Condition Reporting (BWCR) e Aeronautical Information Packages (AIP) estão disponíveis. Além disso, a modificação das gravações dos Automated Terminal Information Services (ATIS) para incluir informações sobre riscos agudos por presença de aves tem se mostrado efetiva (Avisure, 2009), assim como a comunicação-rádio direta entre pessoal de solo (companhia aérea e operador de aeródromo), controladores de tráfego aéreo e pilotos pode difundir os riscos imediatamente. Todas as comunicações de riscos devem ser claras, específicas e concisas, além de, sempre que possível, incluir ações recomendadas para evitar conflitos com aves.

## 2.7 AVALIANDO O RISCO

A categorização de espécies pelo risco que representam à aviação auxilia na identificação de espécies-problema e orienta o gerenciamento prioritário e a alocação mais apropriada

*access by terrestrial animals. We recommend a subterranean extension of fencing up to 30cm to prevent burrowing animal access. Perimeter fencing should completely enclose the airside area and be inspected regularly for potential breaches. Transport Canada (2001) recommends the removal of airport trees to reduce perching, roosting and sheltering opportunity. Trees can also provide significant foraging opportunity to nectivorous and frugivorous animals, including birds and bats. All existing airport landscaping, including landside areas, should be assessed for bird and other animal usage, and all new landscaping works must consider the potential bird attraction when selecting species, design and layout.*

## *Involving Stakeholders*

*Despite the current airport-centric management approach, stakeholder contribution is necessary. The formation of bird management committees by airports provide a suitable forum for airlines, air traffic control, government representatives, regulators, environmental representatives, and off-airport land operators to work with the airport to identify hazards and share the risk, contribute resources, and cooperatively develop risk mitigation measures. Multi-stakeholder approaches to management ultimately yield outcomes that are more meaningful, promote cooperation within the industry, and improve bird strike risk management.*

## *Communicating Risks*

*Cooperation from all aviation stakeholders is required to expedite the dissemination of risk and hazard information that may compromise aircraft safety. Formal communication channels such as Notice to Airmen (NOTAM), Internal Notice to Airmen (INTAM), Bird Watch Condition Reporting (BWCR) and Aeronautical Information Packages (AIP) are available. Additionally, modifying Automated Terminal Information Services (ATIS) recordings to include bird information for acute hazardous conditions has proven effective (Avisure, 2009), and direct radio communications between ground crew, air traffic control and pilots can promptly convey immediate hazards. All hazard communications must be clear, specific and concise, and where possible include recommended actions to avoid conflicts with birds.*

## *Assess the Risk*

*Categorising species by risk helps to identify problematic species and provide clear management direction for the most appropriate allocation of resources to best manage the risk.*

da dos recursos orçamentários para gerir o risco da melhor maneira possível. A avaliação de risco deve ser quantificável e deve utilizar dados oriundos de colisões com fauna (Allan, 2006) ou de dados de monitoramento (Shaw, 2004; Paton, 2010). Dados confiáveis são necessários e avaliações de risco anuais são recomendadas (IBSC, 2006).

## 2.8 DOCUMENTAÇÃO

O PGRF ajudará a gerir o risco no aeródromo, contribuindo para a redução do índice de colisões e poderá ser valioso em situações em que haja responsabilidade civil envolvida, bem como onde o 'dever de cuidar' seja formalmente verificado. O PGRF deve ser focado na identificação de perigos, análise de riscos e no estabelecimento de procedimentos e protocolos para o gerenciamento destes riscos. No mínimo, PGRF devem incluir: um estudo dos dados de colisões (eventos de interesse); a avaliação de risco local; as exigências legais aplicáveis; a documentação (registro formal) de protocolos, políticas e procedimentos para a redução dos incidentes por colisões; definir claramente os objetivos definidos, atribuições, metas e responsabilidades; o sumário das espécies-problema e como cada uma delas contribui para o risco de fauna no aeródromo.

## 2.9 DEFININDO COLISÕES

A definição de colisão (e de outros eventos de interesse) deve ser inclusiva em relação a todas as possibilidades, tais como colisões confirmadas, não-confirmadas e acidentes/incidentes sérios (IBSC, 2006), e deve inclusive abarcar parâmetros de localização para determinar se o evento ocorreu dentro, fora ou em local remoto em relação ao aeródromo. A definição de colisão deve evitar subjetividade, provendo diretrizes tangíveis e mensuráveis. O regulador nacional da aviação deve endossar e regular tais definições.

## 2.10 REPORTANDO COLISÕES

A manutenção de registros detalhados de todas as colisões (eventos de interesse) é um dos pilares do gerenciamento do risco de fauna. Dekker e Buurma (2005) destacam que a confiabilidade no reporte de colisões é importante para fins científicos, educacionais e de garantia da qualidade, ratificando a necessidade do reporte detalhado e alinhado com as definições da autoridade nacional, capturando o máximo de informação possível de cada evento. Além disso, os reportes detalhados que coletem informações críticas como a espécie atingida, o horário, a altura em que ocorreu o evento e os danos sofridos pela aeronave geralmente requerem informações de diferentes stakeholders aeronáuticos como pilotos, pessoal de solo (companhia aérea – manutenção, despacho, etc. – e operador de aeródromo) e engenheiros (técnicos). Portanto, a cooperação e a rápida comunicação entre os stakeholders são essenciais. Estima-se que apenas 20% das colisões sejam reportadas em países onde o reporte mandatório não existe (Transport Canada, 2001). Tal limitação no panorama e na consciência situacional do que é atingido e com qual frequência cria desafios significativos para o gerenciamento de risco. O reporte mandatório de eventos é recomendado.

*Risk assessment should be quantifiable and may utilize data derived from strike records (Allan, 2006) or survey data (Shaw, 2004; Paton, 2010). Reliable data is required, and annual risk assessments are recommended (IBSC, 2006).*

## *Documentation*

*A Bird Hazard Management Plan (BHMP) will help an airport manage its hazards, contribute to reducing the strike rate, and may be useful in situations where liability and duty of care issues are formally scrutinized. BHMPs should focus on identifying risks and establishing procedures and protocols for the management of these risks. As a minimum, BHMPs should include; a review of bird strike data, risk assessments and legislative requirements; documentation of protocols, policies and procedures for reducing bird strike incidences; clearly defined objectives, targets, roles and responsibilities; a summary of hazardous wildlife and how they contribute to the strike risk.*

## *Defining Strikes*

*Strike definitions should be inclusive of all possible strike events such as confirmed, unconfirmed and serious incidents (IBSC, 2006), and be inclusive of location parameters to determine occurrence on-airport, off-airport and remote from airport. The strike definition should avoid subjectivity by providing tangible and measurable strike guidelines. The national aviation regulator must endorse and regulate strike definitions.*

## *Reporting Strikes*

*Maintaining comprehensive records of all strike events is a cornerstone to bird strike management. Dekker & Buurma (2005) highlight reliable bird strike reporting as important for scientific, educational and quality assurance purposes, and reinforces the need for detailed reporting that aligns with national definitions and captures as much information as possible on each strike event. Furthermore, detailed strike records that capture critical information such as species, time, height and damage usually requires the input of other aviation stakeholders such as pilots, ground crew and engineers. Therefore, cooperation and expedient communication amongst stakeholders is essential. It is estimated that only 20% of strikes are reported in countries where mandatory reporting is absent (Transport Canada, 2001). Such limited insight and awareness of what is struck, and at what frequency, creates significant challenges for management. Mandatory strike reporting is recommended.*



## 2.11 TREINAMENTO

A exigência pela formação e treinamento de pessoal é a base para o gerenciamento de risco de fauna nos aeródromos. No mínimo, o pessoal do aeródromo, responsável pelo gerenciamento do risco de fauna, deve ser treinado em: identificação de aves; legislação e regulação ligada ao assunto; técnicas de dispersão ativa e princípios/técnicas e abordagens para o gerenciamento passivo; monitoramento e coleta de dados; manuseio de restos de animais atingidos e outros materiais biológicos (contaminantes); e reporte de eventos de interesse com a fauna. Pessoal que não seja do aeródromo, como empreiteiros e terceirizados, que tenha sido contratado pelo operador do aeródromo para realizar as atividades de gerenciamento de risco de fauna deve estar familiarizado e ser treinado em segurança na área operacional, conhecer a configuração e a operação do aeródromo (incluindo os auxílios à navegação, as marcações e a sinalização horizontal e vertical), o básico sobre a operação de aeronaves e comunicação aeronáutica (FAA, 2012; Patrick et al., 2012).

## 3 **REGULANDO O PGRF – EXEMPLO AUSTRALIANO**

A Civil Aviation Safety Authority (CASA) australiana detalha os requisitos para os PGRFs em aeródromos certificados conforme mostrado na Tabela 1. Em julho de 2011, a CASA emitiu a Advisory Circular (AC) 139-26(0), criada para prover recomendação, ilustrar a conformidade regulatória e apresentar as orientações gerais sobre o gerenciamento do risco de fauna. A Agência regularmente realiza auditorias, documentando todas as não conformidades e emitindo recomendações para adequação à regulação. A CASA também participa ativamente no comitê nacional de colisões com aves (Australian Aviation Wildlife Hazard Group) contribuindo significativamente para o gerenciamento do risco de fauna na Austrália.

## 4 **CONCLUSÃO**

Programas integrados, conduzidos por longo prazo, são mais eficazes para mitigar o risco de fauna do que soluções ‘rápidas’. Reportes de colisões precisos e completos, bem como o monitoramento do risco contribuirão de forma significativa para a análise objetiva dos riscos existentes e do progresso do programa. Requisitos regulatórios para o desenvolvimento e a implantação de PGRFs contribuirão para que estes programas se tornem melhores e padronizados. O contato profissional com stakeholders aeronáuticos relevantes e proprietários de terra no entorno, cujas práticas atraem aves, é fundamental para o desenvolvimento das estratégias de gerenciamento do risco. Gerentes de aeródromos devem ser

## *Training*

*The requirement for training underpins all facets of bird hazard management at airports. As a minimum, airport personnel responsible for bird hazard management should be trained in; bird identification, regulatory and legislative requirements relevant to wildlife management, active management techniques and guidelines, approaches to passive management, monitoring and data collection, handling animal remains and other biological material, and strike reporting. Non-airport personnel, such as contractors and consultants, contracted by airports to carry out bird hazard management activities should be trained in airside awareness and familiarisation, airport layout, airport operations, airport safety (incl. navigational aids and other airport markers), basic flight operations, aircraft design and communications (FAA, 2012; Patrick et al, 2012).*

## *Regulating Airport Bird Management Programs – The Australian Example*

*The Australian Civil Aviation Safety Authority (CASA) specifies the requirements for bird management programs at certified Australian airports (Table 1). In July 2011, CASA released Advisory Circular (AC) 139-26(0), created to provide advice, illustrate regulatory compliance, and to present general bird hazard management guidance. They regularly facilitate audits, documenting all non-compliances and providing recommendations for compliance. CASA is also actively involved in the Australian bird strike national committee (Australian Aviation Wildlife Hazard Group), significantly contributing bird strike management in Australia.*

## *Conclusion*

*Integrated programs that are long-term and ongoing are more effective at mitigating the bird strike risk than ‘quick-fix’ solutions. Detailed strike reporting and hazard monitoring will contribute significantly to objective analysis of the risks and program progress. Regulatory requirement to develop and implement programs will contribute to more meaningful and standardized programs. Liaising with all relevant industry stakeholders, including off-airport landowners whose land use practices create wildlife hazards, is critical for the development of hazard management strategies. Airport*

obrigados a alocar recursos suficientes (pessoal, equipamento e tempo) de acordo com o nível de risco observado. Finalmente, é indispensável basear todas as ações do PGRF no treinamento customizado, que incorpore tanto aspectos biológicos quanto de aviação, para o gerenciamento do risco de fauna.

managers must allocate sufficient resources (people, equipment and time) relevant to hazard levels. And, underpinning all facets of airport bird management programs is targeted training that incorporates both the biological and aviation aspects of bird hazards and their management.

**Tabela 1:** Manual de Práticas-padrão da CASA, Parte 139, versão 1.9 de março de 2012

**Table 1:** CASA Manual of Standards, Part 139 Version 1.9 March 2012

Seção	Requisitos	Section	Requirements
S10.14.1.1	Efetuar censos regulares de aves para monitorar o risco Assegurar que recenseadores estão devidamente treinados	S10.14.1.1	Carry out bird counts to monitor risks Ensure bird counters are suitably trained
S10.14.1.2	PGRF deve ser desenvolvido e implantado	S10.14.1.2	Management plan must be developed and implemented
S10.14.1.3	PGRF deve ser elaborado por pessoal qualificado (ou seja, biólogo)	S10.14.1.3	Management plan prepared by suitably qualified person (i.e. biologist)
S10.14.1.4	É mandatário que o PGRF aborde: <ul style="list-style-type: none"> <li>• A identificação de perigos e a avaliação de riscos, incluindo as ações de monitoramento e a análise de dados coletados</li> <li>• Notificação de eventos de interesse aos pilotos</li> <li>• Contatos e relações de trabalho junto às autoridades responsáveis pelo planejamento do uso do solo</li> <li>• Atrativos existentes dentro do sítio aeroportuário que atraíam aves e outros animais pela oferta de comida, água e abrigo</li> <li>• Métodos adequados de perturbação da fauna</li> <li>• Estratégias em uso para a redução do risco de fauna, incluindo a necessidade de cercas adequadas</li> </ul>	S10.14.1.4	The management plan must address: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hazard assessment, including monitoring action and analysis</li> <li>• Pilot notification</li> <li>• Liaison and working relationships with land use planning authorities</li> <li>• On-airport bird and animal attractors which provide food, water or shelter</li> <li>• suitable harassment methods</li> <li>• an ongoing strategy for bird and animal hazard reduction, including provision of appropriate fencing</li> </ul>
S10.14.1.5	É mandatário que o PGRF seja revisto regularmente para verificar sua eficácia, ao menos como parte de cada inspeção técnica	S10.14.1.5	The bird and animal hazard management plan must be reviewed for effectiveness, on a regular basis, at least as part of each technical inspection
S10.14.1.6	Inclusão de avisos apropriados devem ser feitas no En Route Supplement Australia (ERSA)	S10.14.1.6	Include an appropriate warning notice in the En-Route Supplement Australia (ERSA)
S10.14.1.7	Utilização de NOTAM's para comunicar riscos elevados, de curto prazo ou sazonais	S10.14.1.7	Use Notices to Airmen (NOTAM's) to communicate acute, or short term or seasonal hazards

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**  
(no formato do artigo original)

Allan, J. (2006). A Heuristic Risk Assessment Technique for Birdstrike Management at Airports. *Risk Analysis*, Vol. 26, No. 3, pp. 723-729, June 2006.

Australian Transport Safety Bureau (2012). *Aviation Occurrence Statistics 2002 to 2011*. Aviation Research Report, AR-2012-025 Final. Canberra, Australia.

Avisure (2009). *Flying-fox Monitoring Program – Cairns International Airport*. Report prepared for Cairns Airport Pty Ltd (previously Cairns Port Authority).

Butler, S. J., & Gillings, S. (2004). Quantifying the effects of habitat structure on prey detectability and accessibility to farmland birds. *Ibis*, Volume 146, Supplement 2, pp. 123-130.

Australian Civil Aviation Safety Authority (2012). *Manual of Standards Part 139*. Ver. 1.9. Section 10.14.

Australian Civil Aviation Safety Authority (2011). *Wildlife Hazard Management at Aerodromes*. Advisory Circular AC 139-26(0).

DeFusco, R., Hovan, M., Harper, J., Heppard, K, (2005). *North American Bird Strike Advisory System Strategic Plan*. Institute for Information Technology Applications – USAF Academy.

Dekker, A. & Buurma, L. (2005). *Mandatory Reporting of Bird Strikes in Europe: Who will report what to who*. Proceedings of International Bird Strike Committee, 23-27 May, Athens, Greece.

Devereux, L. C., Whittingham, M. J., Fernández-Juricic, E., Vickery, J., A & Krebs, J. R. (2006). Predator detection and avoidance by starlings under differing scenarios of

- predation risk. *Behavioral Ecology*, Volume 17, Number 2, pp. 303-309.
- Ecosure (2008). *Vegetation Management Strategy – Cairns International Airport*. Report prepared for Cairns Airport Pty Ltd (previously Cairns Port Authority).
- Federal Aviation Administration (2012). *Qualifications for Wildlife Biologist Conducting Wildlife Hazard Assessments and Training Curriculums for Airport Personnel Involved in Controlling Wildlife Hazards on Airports*. Advisory Circular 150/5200-36A.
- Federal Aviation Administration (2005). *Wildlife Hazard Management at Airports: A Manual for Airport Personnel*. 2nd Ed.
- International Bird Strike Committee (2006). *Recommended Practices No. 1: Standards for Aerodrome Bird/Wildlife Control*.
- International Civil Aviation Organisation (2012). *Airport Services Manual Part 3 Wildlife Control and Reduction*. Doc 9137, 4th Ed.
- Kelly, D. (1999). *The Avian Hazard Advisory System (AHAS)* – article in the USAF ‘Flying-Safe’ publication (Vol. 55, No.4, pp 8-11).
- Paton, D (2010). *Bird Risk Assessment Model for Airports and Aerodromes*. University of Adelaide, Rev. 3.
- Patrick, K, McKee, J., Shaw, P. (2012). *An Aviation Syllabus for Biologists: What would it look like?* Paper to be presented at the conference of the International Bird Strike Committee, Stavanger (Norway), June 24-28, 2012.
- United States Air Force (2004). *Bird/Wildlife Aircraft Strike Hazard (Bash) Management Techniques*. Air Force Pamphlet 91-212.
- Richardson, W.J. and T. West (2000). *Serious Bird Strike Accidents to Military Aircraft: Update list and summary*. Proceedings of International Bird Strike Committee, April 17-21, Amsterdam, Netherlands, pp: 67-97.
- Shaw, P. (2004). *A model for determining risk categories for birds at airports using bird survey data*. Bird Strike 2004. Baltimore, USA.
- Thomson, B. (2005). *A Bird Hazard Index and Risk Assessment for Operational and Surrounding Habitats of Brisbane Airport*. Report to Brisbane Airport Corporation.
- Thorpe, J. (2012) *100 Years of Fatalities and Destroyed Civil Aircraft due to Bird Strikes*. 30th Meeting of the International Bird Strike Conference June 25-29, Stavanger, Norway.
- Whittingham M J, Butler S J, Quinn J L & Cresswell W (2004). The effect of limited visibility on vigilance behaviour and speed of predator detection: implications for the conservation of granivorous passerines. *Oikos*, Volume 106, Issue 2, pp. 377-385.
- Whittingham M J & Evans K L (2004). The effects of habitat structure on predation risk of birds in agricultural landscapes. *Ibis*, Volume 146, Number S2, pp. 210-220.

# Responsabilidade pessoal e corporativa em consequência de colisões com aves: uma consideração com altos custos<sup>1</sup>

Larry Dale<sup>2,3</sup>

1 Traduzido e adaptado para o português por Henrique Rubens Balta de Oliveira

2 Sanford Airport Authority, Orlando-Sanford International Airport, 1200 Red Cleveland Boulevard, PO Box 32773, Sanford, FL, USA

3 [ldale@osaa.net](mailto:ldale@osaa.net)

4 Artigo originalmente publicado no Human-Wildlife Conflicts Journal, v.3, n.2, pp.216-225, Fall 2009

**RESUMO:** Este artigo detalha aspectos de responsabilidade civil inerentes aos acidentes/incidentes causados por colisões de aeronaves com aves (bird-strike) em aeródromos, e discute como os administradores e operadores de aeródromos devem empenhar-se para conduzir avaliações precisas, bem como desenvolver e implantar de forma efetiva um plano de gerenciamento de risco de fauna. Estes esforços são requeridos pelas normas da Federal Aviation Administration (FAA), e deixar de aplicá-las pode resultar em perda de vidas humanas e de propriedade, bem como em penalizações financeiras significativas para gerentes e operadores, além da exposição negativa na mídia e de críticas do público contra a administração aeroportuária.

**Palavras chave:** Aeroporto. Colisão com Ave. Conflitos Homem-Fauna. Responsabilidade Civil. Permissões. Regulação Aeronáutica. Colisão com fauna.

## *Personal and corporate liability in the aftermath of bird strikes: a costly consideration<sup>4</sup>*

**ABSTRACT:** This paper details liability issues inherent in bird-aircraft collisions (bird-strike) incidents at airports and discusses how airport managers and operators must strive to conduct accurate assessments and develop and implement an effective wildlife management plan. Such efforts are mandated by Federal Aviation Administration (FAA) regulations, and failure to follow them may result in loss of human life and property, as well as large financial penalties for managers and operators and adverse media attention and public criticism for the airport authority.

**Key words:** Airport. Bird strike. Human-wildlife conflicts. Liability. Permits. Regulations. Wildlife strike.

**Citation:** Dale, L. 2009. Personal and corporate liability in the aftermath of bird strikes: a costly consideration. *Human-Wildlife Conflicts* 3:216-225.

## 1 INTRODUÇÃO

A cada ano, a indústria da aviação se defronta com o elevado potencial de perda de vidas e de propriedades devido às colisões de aeronaves com aves (*bird strikes*). Visto que muitas aves competem pelo espaço aéreo com aeronaves decolando e pousando nos aeródromos de todo o mundo, colisões com aves ameaçam o histórico de segurança da aviação e a saúde financeira de administradores e operadores de aeródromos (Dolbeer & Wright, 2009; Dove et al., 2009; Klope et al., 2009). O banco de dados de Colisão com Fauna da Federal Aviation Administration (FAA), compilado pelo U.S. Department of Agriculture (USDA), registra a abrangente e diversificada natureza deste problema. De janeiro de 1990 a dezembro de 2007, foram registradas 82.057 colisões com fauna (98% envolvendo aves), em 1.418 aeródromos dos Estados Unidos (EUA) e em 207 de outros países. A gerente do banco de dados da FAA, Sandra Wright, estima que 80% das colisões não são reportadas (Wright, 2008).

Há algum tempo, programas de conservação da vida selvagem em âmbito federal, estadual e municipal têm contribuído para aumentar a população de aves de grande porte, tais como biguás (*Phalacrocorax spp.*), grou ( *Grus spp.*), gansos (*Branta spp.*), gaiivotas (*Larus spp.*), garças (ex. *Ardea herodias*), pelicanos (*Pelecanus spp.*), aves de rapina (ex. falcões [*Buteo spp.*]), corujas (*Bubo spp.*, *Strix spp.*),

*EACH YEAR, THE AVIATION INDUSTRY is faced with the potential for extensive loss of life and property due to birds colliding with aircraft (bird strikes). As many species of birds compete for airspace with departing and approaching aircraft at airports worldwide, resulting bird strikes contribute to a substantial jeopardy to the safety record and financial well-being of airport operators and their managers (Dolbeer and Wright 2009, Dove et al. 2009, Klope et al. 2009). The Federal Aviation Administration Wildlife Strike Database, compiled by the U.S. Department of Agriculture, documents the widespread and diverse nature of this problem. A total of 82,057 wildlife strike reports (98% involving birds) from 1,418 U.S. airports and 207 foreign airports has been entered for the period January 1990 through December 2007, with 7,666 strikes occurring in 2007. Sandra Wright, manager of the FAA Wildlife Strike Database, estimates that 80% of wildlife-aircraft strikes go unreported (Wright 2008).*

*In the past, federal, state, and provincial wildlife management programs have contributed to population increases in large-bodied birds, such as cormorants (*Phalacrocorax spp.*), cranes (*Grus spp.*), geese (*Branta spp.*), gulls (*Larus spp.*), herons (e.g., *Ardea herodias*), pelicans (*Pelecanus spp.*), raptors (e.g., hawks [*Buteo spp.*]), owls (*Bubo spp.*, *Strix spp.*), eagles (*Haliaeetus spp.*, *Aquila spp.*; Figure 1), vultures (*Cathartes spp.*, *Coragyps spp.*), and wild*



**Figura 1:** Aves de rapina, como esta águia-de-cabeça-branca empoleirada em cima de dispositivo de sinalização vertical no Aeroporto Internacional de *Orlando-Sanford*, Flórida, estão entre as aves que ameaçam a aviação.

águias (*Haliaeetus spp.*, *Aquila spp.*; Figura 1), urubus (*Cathartes spp.*, *Coragyps spp.*), e perus-selvagens (*Meleagris gallopavo*) (Cleary & Dolbeer, 2005). Colisões com fauna custam aproximadamente US\$ 500 milhões para a indústria de aviação civil norte-americana, e mais de US\$ 1.2 bilhão para as empresas de transporte comercial em todo o mundo. De 1988 a 2004, mais de 194 pessoas morreram e 164 aeronaves foram destruídas em consequência de colisões de aeronaves civis e militares com aves e outros animais (Richardson & West, 2000; Thorpe, 2003; Cleary et al., 2004).

A frequência e a probabilidade de consequências devastadoras de um acidente causado pela colisão com aves tornam necessário que administradores e operadores de aeródromos abordem as questões relacionadas à responsabilidade civil pessoal e organizacional. Gerentes e operadores de aeródromos têm sido processados como pessoa física por lesões e mortes, bem como por danos à propriedade, em decorrência de colisões de aeronaves com aves. Além disso, agências reguladoras estão utilizando seus setores de fiscalização para obrigar ao cumprimento das normas a ponto de os operadores de aeródromos terem de enfrentar processos civis e criminais por ação inadequada, ou omissão na mitigação de colisões com fauna. Em tais casos, a responsabilidade civil pode ser estendida aos membros da administração aeroportuária. Além do mais, os custos judiciais de defesa são sempre elevados. Este artigo detalha questões relativas à responsabilidade civil inerente aos incidentes causados por colisões com aves (fauna) e discute como os operadores de aeródromos devem conduzir avaliações acuradas, para o desenvolvimento e a implantação eficiente de Plano de Gerenciamento de Risco de fauna em aeródromo (PGRF), reduzindo os danos provocados por estes eventos, de acordo com a regulação da FAA (FAA, 2004).

*Figure 1:* Raptors, such as this American bald eagle perched atop an airport runway sign at the *Orlando Sanford International Airport*, Florida, are among the birds that pose a threat to aviation.

turkeys (*Meleagris gallopavo*; Cleary and Dolbeer 2005). Wildlife strikes cost the U.S. civil aviation industry approximately \$500 million and commercial air carriers worldwide >\$1.2 billion annually. More than 194 people have died, and 164 aircraft have been destroyed as a result of bird and other wildlife strikes with civil and military aircraft from 1988 to 2004 (Richardson and West 2000, Thorpe 2003, Cleary et al. 2004).

The frequency and devastating consequences of bird strikes dictate that airport operators and managers must address the issues of organizational and personal liability. Airport managers and operators are being sued personally for human injuries and death, as well as property damage, in the aftermath of bird strikes. Further, regulatory agencies are using their law enforcement divisions to enforce permitting regulations to the extent that airport managers can face civil and criminal prosecution for violating federal regulation or taking either inappropriate action or no action at all to mitigate wildlife strikes. In such cases, liability may extend to members of the airport's governing body. Moreover, the expenses for the ensuing legal defense are high. This paper details liability issues inherent in bird-strike incidents and discusses how airport managers must conduct accurate assessments and develop and implement an effective wildlife damage management plan, as directed by FAA regulations (FAA 2004).

## 2 DEFININDO RESPONSABILIDADES

A maioria das colisões com fauna ocorre na área imediatamente adjacente ao ambiente aeroportuário, e 74% de todas as colisões acontecem até 152 metros do solo (Cleary & Dolbeer, 2005). Aeroportos devem modificar suas áreas de responsabilidade para que se tornem repulsivas às aves. O objetivo dos gerentes da fauna em aeródromos deve ser eliminar ou minimizar a capacidade do habitat interno e circunvizinho de receber espécies que representem risco para a aviação (Cleary & Dolbeer, 2005). Os administradores de aeródromos devem assumir a responsabilidade pela implantação do PGRF, coordenando seus diferentes aspectos para torná-lo bem-sucedido.

Uma das responsabilidades que recaem mais comumente sobre o operador de aeródromo é a falta de realização das ações apropriadas exigidas pela regulação. Os operadores e gerentes de aeródromos têm a responsabilidade, de acordo com regulamentos federais (FAA, 2004), de garantir a manutenção de um ambiente operacional seguro. É mandatório que os operadores ajam de imediato para reduzir o risco causado pela presença de fauna, assim que ocorra sua detecção na área do aeródromo. Eles devem garantir a identificação do perigo causado pela fauna, sempre que algum dos seguintes eventos ocorra no aeródromo ou em seu entorno:

1. Uma aeronave venha a colidir com múltiplos espécimes da fauna;
2. Uma aeronave venha a sofrer danos substanciais devido à colisão com fauna;
3. Uma aeronave sofra ingestão de espécime em pelo menos um de seus motores; e
4. Haja presença de fauna capaz de causar danos às aeronaves em suas trajetórias de voo ou na área de movimento do aeródromo (Cleary & Dolbeer, 2005).

Caso um desses eventos ocorra, o operador do aeródromo deverá iniciar a identificação do perigo existente no aeródromo, a ser conduzida por biólogo qualificado, no decorrer de um período de 12 meses (FAA, 2004). Caso a FAA determine que há a necessidade de confecção de um PGRF, o operador local deve confeccionar e implantar o mesmo, com base na identificação do perigo e na avaliação do risco feitas previamente (FAA, 2004; Cleary & Dolbeer, 2005). Caso espécies de fauna, listadas em âmbito federal como ameaçadas ou em perigo de extinção, ou se habitats críticos puderem ser afetados, o operador de aeródromo deverá realizar uma avaliação biológica dos impactos que possam ser causados pelo PGRF (FAA, 2004; Cleary & Dolbeer, 2005).

A FAA publicou pelo menos duas circulares (Advisory Circular – AC) sobre a fauna e os aeródromos, encorajando ativamente a comunicação de colisões com animais e dando orientações sobre certos tipos de atividades que têm o potencial de atrair fauna para o aeródromo público ou para o seu entorno (FAA, 2004; Cleary & Dolbeer, 2005).

## 3 IMPLICAÇÕES LEGAIS

A fauna é frequentemente protegida de forma sobreposta, por leis, normas e diretrizes federais, estaduais e municipais

## Defining liability

*The majority of wildlife strikes occur within the immediate airport environment, and 74% of all strikes happen  $\leq 152$  m above ground level (Cleary and Dolbeer 2005). Airports must be managed to be as unattractive to birds as possible. The goal of wildlife managers on and around airports is to eliminate or minimize the carrying capacity of habitat for species that are hazardous to aviation (Cleary and Dolbeer 2005). Airport managers must accept the responsibility of implementing a wildlife damage management plan and carry out the many different aspects of such a plan that will make it successful.*

*One of the most common liabilities to the airport manager is his failure to take the appropriate actions that are legally required. Airport sponsors and managers have a responsibility under federal regulations (FAA 2004) to ensure the airport maintains a safe operating environment. They must take immediate action to alleviate wildlife hazards whenever they are detected. They must ensure that a wildlife hazard assessment is conducted when any of the following events occurs on or near the airport:*

- 1. An aircraft experiences a multiple wildlife strike;*
- 2. An aircraft experiences substantial damage from striking wildlife;*
- 3. An aircraft experiences an engine ingestion of wildlife; and*
- 4. Wildlife capable of causing damage is observed to have access to any airport flight pattern or aircraft movement area (Cleary and Dolbeer 2005).*

*If any one of these events occurs, the airport operator must begin a wildlife hazard assessment to be conducted by a qualified wildlife damage management biologist over a 12-month period (FAA 2004). If the FAA determines that a wildlife hazard management plan is needed, the airport operator must then formulate and implement one using the wildlife hazard assessment as its basis (FAA 2004, Cleary and Dolbeer 2005). If federally listed or proposed endangered or threatened species are involved, or if designated or proposed critical habitat are present, the airport operator must prepare a biological assessment of the impacts of the wildlife hazard management plan on these species or habitats (FAA 2004, Cleary and Dolbeer 2005).*

*The FAA has issued  $\geq 2$  advisory circulars (FAA Advisory Circulars 2004) concerning wildlife and airports, actively encouraging the reporting of wildlife strikes and providing guidance on certain land uses that have the potential to attract wildlife on or near public-use airports (FAA 2004, Cleary and Dolbeer 2005).*

## Regulatory implications

*Wildlife often is protected by overlapping federal, state, and local laws, regulations, and ordinances (Cleary and*

(Cleary & Dolbeer, 2005). Os administradores de aeródromos devem compreender claramente suas responsabilidades em face destas restrições. O U.S. Fish and Wildlife Service (FWS) é a autoridade que trata, em âmbito federal, do gerenciamento das aves migratórias e das espécies listadas como ameaçadas ou em risco de extinção, sendo o responsável principal por estas e por seus respectivos habitats (FAA, 2004; Cleary & Dolbeer, 2005). É mandatório que os operadores de aeródromos saibam quando consultar o FWS, a fim de obter as permissões necessárias, antes de modificar habitats considerados como críticos, ou interferir com a fauna (abater, remover ovos ou relocar filhotes), afugentar ou limitar o acesso de animais (minimizando as áreas expostas que as aves possam usar para pousar ou fazer ninhos) (Cleary & Dolbeer, 2005). Atualmente, não há meio de obter a autorização do FWS para a remoção de ninhos, ovos ou filhotes de águias-de-cabeça-branca (*Haliaeetus leucocephalus*).

A autoridade reguladora para aves não-migratórias, ou residentes, são os vários órgãos ambientais estaduais de gerenciamento de fauna. Os estados também podem listar certas espécies de fauna como ameaçadas ou em risco de extinção que não sejam consideradas desta forma em âmbito federal (Cleary & Dolbeer, 2005). Os operadores de aeródromos devem primeiramente obter licença estadual de abate relativa a espécies protegidas no âmbito estadual, quando fora da estação de caça ou além dos limites estabelecidos de abate e porte (Cleary & Dolbeer, 2005). Em agosto de 2007, quando o FWS tirou a águia-de-cabeça-branca da lista de espécies ameaçadas, o Estado da Flórida fez o mesmo. Entretanto, a comissão de conservação, Fish and Wildlife Conservation Commission, da Flórida, desde então adotou um plano de controle da espécie que requer do operador de aeródromo a obtenção da permissão para a remoção de ninhos desta espécie. Contudo, é duvidoso que tal permissão será dada enquanto o FWS adotar plano semelhante de manejo da águia-de-cabeça-branca. É importante que os operadores de aeródromos entendam que a águia-de-cabeça-branca continua protegida pela Lei de 1940 (Bald and Golden Eagle Act) e pela emenda de 1978, mas esta lei não traz providências relativas a permissões de qualquer tipo. Dado o caráter dinâmico e conflituoso do ambiente regulador, existe grande possibilidade de os operadores de aeródromos ficarem confusos a esse respeito. O antigo dito de que “a ignorância em relação à lei não é desculpa” deve ter grande peso na decisão de agir do operador de aeródromo.

Os gerentes (operadores) de aeródromos devem ainda obter permissões da FWS e de agências estaduais que permitem somente métodos não letais para afugentar a águia-de-cabeça-branca, utilizando pirotécnicos (p. ex. canhões de propano, sirenes, buzinas). Porém, pirotécnicos não podem ser disparados diretamente na direção das águias. Registros precisos dos métodos utilizados e dos resultados obtidos de afugentamento devem ser mantidos pelo administrador, devendo ser enviados para as agências federais e estaduais para obter a renovação de autorizações. A obtenção de permissões (para abate, p. ex.) ainda é opção disponível aos operadores de

Dolbeer 2005). *Airport managers must have a clear understanding of the responsibilities placed on them by these various restrictions. The U.S. Fish and Wildlife Service (FWS) has management authority for migratory birds and federally listed threatened and endangered wildlife species and has been given the primary regulatory responsibilities for such species and their habitat (FAA 2004, Cleary and Dolbeer 2005). Airport operators must know when to consult with FWS and obtain required permits prior to modifying designated or proposed critical habitat, taking wildlife (i.e., killing, removing eggs or relocating chicks), and harassing animals or excluding them (i.e., minimizing exposed areas that birds can use for perching and nesting; Cleary and Dolbeer 2005). Currently, no method exists to obtain an FWS permit to remove American bald eagle (*Haliaeetus leucocephalus*) nests, eggs, or chicks.*

*The regulatory authority for resident nonmigratory birds rests with the various state wildlife management agencies. States also may list certain wildlife as threatened or endangered that are not considered as such at the federal level (Cleary and Dolbeer 2005). Airport operators must first obtain a state depredation permit to take state-protected species or game birds outside the legal hunting season or beyond the established bag limits (Cleary and Dolbeer 2005). In August 2007, when FWS de-listed the American bald eagle from the threatened and endangered species list, the state of Florida followed suit and also de-listed the bald eagle. However, the Florida Fish and Wildlife Conservation Commission has since adopted a bald eagle management plan that requires airport operators to obtain a bald eagle nest removal permit. It is doubtful, however, that such a permit will be issued until FWS adopts a similar management plan for the bald eagle. It is important that airport operators understand that the American bald eagle is still protected by the Bald and Golden Eagle Act of 1940, as amended in 1978, but this act has no provisions for permits of any kind. Given the ever-changing and conflicting regulatory environment, there is great potential for airport managers to become confused over this issue. The old adage that ignorance of the law is no excuse must weigh heavily on the airport manager's decisions for action.*

*Airport managers must still secure harassment permits from the FWS and state agencies that allow only non-lethal methods of harassing bald eagles by using pyrotechnics (e.g., propane cannons, sirens, horns). But managers may not fire pyrotechnics directly at bald eagles. Accurate records of the methods and results of harassment must be kept by the airport manager, and these records must be sent to both federal and state agencies prior to the renewal of agency permits. Take-(i.e., kill) permits are still available to airport operators when it may be necessary to shoot certain other species as a control method at airports, but the airport manager must ensure that required federal and state wildlife kill-permits are in place and that accurate records, by species and date, of birds killed are kept. Further, city permits may be necessary to discharge a firearm within the city limits, and all local laws must be*

aeródromos, quando for necessário eliminar certas espécies como método de controle em aeródromos, mas o operador deve ter certeza de que as permissões requeridas por órgãos federais e estaduais estão válidas e que são feitos registros acurados das aves abatidas, por espécie e por data. Além disso, pode ser necessário obter permissão da prefeitura para o disparo de armas dentro dos limites da cidade, e todas as leis locais devem ser obedecidas, com relação às distâncias de onde os disparos são realizados em relação a prédios e estradas (Cleary & Dolbeer, 2005).

Em alguns estados, como a Flórida, os distritos de gerenciamento de água têm jurisdição sobre quaisquer modificações de ambiente que tenham impacto sobre o habitat utilizado por animais selvagens (especialmente áreas alagadas). O operador de aeródromo deve obter uma permissão de recursos ambientais antes de alterar qualquer habitat utilizado por animais selvagens no aeródromo. Caso uma área alagada vá ser modificada, pode ser necessário mitigar alguns impactos inevitáveis, antes que esses venham a ocorrer. O corpo de engenheiros do exército norte-americano, U.S. Army Corps of Engineers (COE), também tem jurisdição sobre certas áreas alagadas, sendo necessário que os operadores de aeródromos utilizem pessoal qualificado nesse tipo de ambiente para demarcar as áreas alagadas antes que quaisquer alterações sejam feitas nos aeroportos. Caso o COE tenha jurisdição sobre a área, então o operador de aeródromo precisa obter uma permissão, apresentando sua estratégia de mitigação antes de realizar qualquer modificação (Cleary & Dolbeer, 2005).

A agência de proteção ambiental norte-americana, U.S. Environment Protection Agency (EPA), tem jurisdição parcial sobre espécies ameaçadas de extinção. Em alguns casos, o operador de aeródromo poderá decidir pela utilização de repelentes químicos, substâncias tóxicas e drogas, a fim de capturar espécimes de fauna no aeródromo. Uma das atribuições da EPA é o registro apropriado de produtos químicos permitidos pelos governos estaduais e municipais (Cleary & Dolbeer, 2005). Somente pessoal certificado (ou seja, pessoal trabalhando sob a supervisão direta de pessoal certificado) pode comprar e usar pesticidas de uso restrito, desde que o aplicador seja certificado para o tipo de uso coberto pela certificação (Cleary & Dolbeer, 2005). Os operadores de aeródromos devem ter certeza de que a aplicação desses produtos esteja inteiramente conforme as normas em vigor.

O USDA e a FAA recomendam a eliminação de qualquer tipo de estrutura que as aves possam utilizar para descanso, poleiro, abrigo e reprodução (Cleary & Dolbeer 2005). Operadores de aeródromos devem remover grupos densos de árvores e de vegetação rasteira no aeródromo a fim de eliminar fontes de alimento e abrigos para a fauna (Seamans et al., 2007; Washburn et al., 2007; Bernhardt et al., 2009; e Linnell et al., 2009). Os gerentes de aeródromos devem verificar a jurisdição das autoridades e determinar se é necessário obter permissões antes da supressão ou da poda de árvores.

É possível, portanto, observar que o gerenciamento do risco de fauna no aeródromo e no seu entorno é bastante

*adhered to regarding certain distances of discharges from buildings and highways (Cleary and Dolbeer 2005).*

*In some states, such as Florida, water management districts have jurisdiction over any habitat modifications that have impacts on wildlife habitat (especially wetlands). The airport operator must obtain an environmental resource permit before altering any viable wildlife habitat on the airport. If a wetland habitat is to be modified, it may be necessary to mitigate unavoidable wetland impacts before those impacts occur. The U.S. Army Corps of Engineers (COE) also has jurisdiction over certain wetlands, and airport managers should contact a professional wetland consultant qualified to delineate wetlands before any modifications are made to airports. If the COE has jurisdiction, then the airport must obtain a permit, along with a mitigation strategy, before any modification to wetlands can be undertaken (Cleary and Dolbeer 2005).*

*The U.S. Environmental Protection Agency (EPA) has some jurisdiction over endangered species. In some cases, the airport operator may wish to use chemical repellents, toxicants, and drugs to capture wildlife on the airport. One of the responsibilities of the EPA is the proper registration of these chemicals that are permitted through state and local governments (Cleary and Dolbeer 2005). Only certified applicators (i.e., persons working under a certified applicator's direct supervision) may purchase and use restricted-use pesticides, and these are restricted to those uses covered by the applicator's certification (Cleary and Dolbeer 2005). Airport managers must make absolutely certain that application of these types of chemicals is in strict compliance with these rules.*

*The USDA and the FAA recommend elimination of any cover required by birds for resting, roosting, escape, and reproduction (Cleary and Dolbeer 2005). Airport operators should clear dense stands of trees and undergrowth on the airport to eliminate food or cover for wildlife (Seamans et al. 2007, Washburn et al. 2007, Bernhardt et al. 2009, and Linnell et al. 2009). Airport managers should check with local jurisdictions to determine if arbor permits are needed before removing or trimming trees.*

*One can thus see that wildlife hazard management on and around airports is heavily regulated. The airport manager should require that training of personnel strictly adheres to all federal, state, and local regulations, as well as secure all necessary permits, licensing and certifications. Failure of the airport manager to comply with all regulations could be a severe liability to the airport operator. This liability could range from the loss of the airport manager's job to the possible loss of the airport operating certificate. Federal and state permits pertaining to threatened and endangered species, species of special concern, and species protected by law contain strict permit conditions. Large civil fines can be imposed on airport managers who violate permit conditions. The biggest regulatory liability that airport managers or airport directors face is imposition of felony criminal charges against them for infractions of permit conditions.*



regulamentado. O operador de aeródromo deve se certificar que o treinamento de seu pessoal esteja em conformidade com todas as regras federais, estaduais e locais, assim como as autorizações, licenças e certificações. Falhas nessa área podem causar ações de responsabilização sérias para o operador do aeródromo. As consequências podem variar da demissão do administrador do aeródromo até a perda de certificação operacional do aeródromo. Permissões federais e estaduais relativas às espécies ameaçadas e em perigo de extinção, espécies sob preocupação especial, e espécies protegidas por lei contêm estritas condições de manejo. Multas vultosas podem ser impostas aos administradores de aeródromos que violarem as condicionantes de uma licença de manejo de fauna. O maior problema que administradores ou diretores de aeródromos podem enfrentar é a acusação criminal por desobediência às condições da licença que receberam. Por esta razão, os administradores de aeródromos devem buscar assistência de profissionais junto ao USDA/Wildlife Services, ao grupo de biólogos da FAA, a advogados ambientais, a consultores ambientais profissionais, aos especialistas do Audubon Birds of Prey, agentes florestais, e especialistas em remoção de árvores. Ironicamente, algumas das permissões têm condições tão severas em relação a processos criminais, que é aconselhável que o operador de aeródromo recuse a permissão e, obviamente, desconsidere as ações para as quais a permissão foi requerida.

A Sanford Airport Authority (SAA), na Flórida, por exemplo, recebeu uma permissão para usar pistolas de *paintball* para dispersar águias-de-cabeça-branca, mas a SAA recusou o uso diante do risco de matar acidentalmente estas águias, devolvendo a licença de manejo. Um golfista profissional de Orlando está sendo processado atualmente por crueldade contra animais, por ter acidentalmente atingido e matado um falcão com uma bola de golfe durante a filmagem de um vídeo de instrução. É fácil imaginar as consequências diante da possibilidade de um operador de aeródromo matar acidentalmente uma águia-de-cabeça-branca-americana. Outras agências, como os distritos estaduais de controle de água, COE, EPA, agências estaduais de proteção ambiental, U.S. Food and Drug Administration (FDA), e departamentos locais de cidades e municípios podem processar o operador de aeródromo que erre, não requerendo permissões e licenças necessárias, ou tenha deixado de cumprir com as condições requeridas nestas autorizações.

### 3.1 SENSIBILIZAÇÃO E OPINIÃO PÚBLICA INADEQUADAS

Se os esforços de mitigação envolverem espécies de aves sensíveis sob o ponto de vista social ou ambiental (águias-de-cabeça-branca, águias-pescadoras (*Pandion haliaetus*), groudo-canadá (*Grus canadensis*), garça-azul-grande (*Ardea herodias*), os gerentes de aeródromos podem receber críticas de grupos como a *Audubon Society*, o *Sierra Club*, e a *Society for the Prevention of Cruelty to Animals*, assim como de moradores preocupados. Quando estes críticos convocam o jornal local e as emissoras de TV e rádio, qualquer atenção adversa resultante da mídia se concentrará nos administradores e operadores do aeródromo. A administração de aeródromos deve aprender a ignorar o criticismo e o jornalismo bem-intencionado, mas desinformado, e perseverar em sua responsabilidade legal de mitigar as colisões com fauna. Caso os administradores de aeródromos cumpram com todas as suas

*For this reason, airport managers should seek professional assistance from the USDA/Wildlife Services, FAA staff wildlife biologist, environmental lawyers, professional environmental consultants, Audubon Birds of Prey Center experts, forestry rangers, and tree removal experts. Ironically, some agency permits have such severe conditions concerning criminal prosecution that it is advisable for the airport manager to refuse the permit and, of course, disregard the actions for which the permit was required.*

*Sanford Airport Authority (SAA), Florida, for example, was issued a permit to use paintball guns to disperse bald eagles, but the SAA refused to take the risk of accidentally killing an American bald eagle and returned the permit. A professional golfer from Orlando is currently being prosecuted for animal cruelty when he accidentally hit and killed a hawk with a golf ball during an instructional video shoot. Imagine the possibilities if an airport operator accidentally kills an American bald eagle. Other agencies, such as state water management districts, COE, EPA, state environmental protection agencies, U.S. Food and Drug Administration, and local departments of cities and counties may take enforcement action against an airport manager who fails to secure required permits or licensing or fails to comply with permit and licensing conditions.*

### *Inadequate public awareness and support*

*If bird-strike mitigation efforts involve environmentally and socially sensitive bird species (e.g., bald eagles, ospreys [*Pandion haliaetus*], sand hill cranes [*Grus canadensis*], great blue herons [*Ardea herodias*]), airport managers may receive criticism from such groups as the Audubon Society, the Sierra Club, and the Society for the Prevention of Cruelty to Animals, as well as from concerned residents. When these critics call the local newspaper and television and radio stations, any resulting adverse media attention will focus on airport managers and operators. Airport management must learn to ignore criticism and well-meaning, but uninformed, journalism and proceed with the legal responsibility to mitigate*

obrigações legais, reduzirão consideravelmente a possibilidade de serem responsabilizados legalmente se ocorrer um acidente trágico devido à colisão com ave no aeródromo ou no seu entorno.

### 3.2 DANOS À PROPRIEDADE, LESÕES ÀS PESSOAS E ÓBITOS

Caso ocorra um acidente com aeronave no aeródromo ou no entorno devido à colisão com fauna, processos civis e criminais devido à negligência do gerente ou de outros funcionários do aeródromo podem ser financeiramente devastadores para o aeródromo. Mesmo que a aeronave não se acidente, mas aborte a decolagem ou faça um pouso de precaução, o dano causado por uma colisão com ave pode ser enorme, como sugerido pelos exemplos seguintes. (A não ser tenham sido informados de outro modo, os dados foram extraídos de Cleary & Dolbeer, 2005; Wright, 2008 e Dolbeer, dados não publicados).

- Em 25 de maio de 2008, um *Boeing 747-200* cargueiro (baseado em Michigan) atingiu um peneireiro-vulgar (*Falco tinnunculus*) durante a corrida de decolagem no Aeroporto de Bruxelas. Embora o piloto tenha sido capaz de abortar a decolagem, a aeronave saiu da pista, partiu-se em duas partes e ficou destruída. O B747 parou a 500 metros de residências.
- Em 23 de agosto de 2000, um *Boeing 747* atingiu um bando de gansos durante a corrida de decolagem no Aeroporto da Filadélfia. O B747 ingeriu 1 ou 2 aves no motor #1, e a decolagem foi abortada em alta velocidade, resultando no esvaziamento de 9 pneus. O motor sofreu danos além do recuperável e os custos de manutenção foram de US\$ 3 milhões.
- Em 24 de julho de 2008, uma aeronave da *Air Mauritius*, com 241 pessoas a bordo, pegou fogo depois de colidir com uma ave no momento da decolagem no Aeroporto de Nova Délhi, na Índia. “Se o fogo não tivesse sido apagado, ou se o avião tivesse decolado, com certeza teria explodido, no solo ou no ar”, disse um funcionário (CAA Airport News, 2008).
- Em 9 de junho de 2001, um *Airbus 300*, durante a subida, atingiu um ganso-canadense a 700 metros de altura. O ganso foi ingerido pelo motor #2. Foi feito um pouso de precaução. O custo de substituição do motor foi de US\$ 2 milhões.
- Em 17 de fevereiro de 2004, um *Boeing 757-200* atingiu um bando de patos-reais (*Anas platyrhynchos*) na corrida de decolagem no Aeroporto de Portland, Washington. Pelo menos uma ave foi ingerida e um pouso de precaução ocorreu. O custo de substituição do motor foi de US\$ 2,5 milhões.
- Em 24 de junho de 2005, um *Airbus 310* colidiu com um bando de patos-filipinos (*Anas luzonica*) na corrida de decolagem no Aeroporto de Subic Bay, resultado em uma decolagem abortada. As palhetas do motor foram bastante danificadas, uma seção grande da capota do nariz (ou cobertura de proteção externa) foi arrancada e a carena-

*wildlife strikes. If airport managers meet all of the legal obligations, they will greatly reduce liability in the event of a tragic crash due to a bird strike on or near their airport*

### *Property damage, personal injuries, and fatalities*

*Should a plane crash occur on or near an airport due to a wildlife strike or bird strike, civil and criminal liability suits due to negligence of the airport manager and other airport officials can be devastating to the airport sponsor. Even if the aircraft does not crash, but rather aborts takeoff or makes a precautionary landing, the damage caused by a bird strike can be enormous, as the following examples suggest. (Unless otherwise noted, data are taken from Cleary and Dolbeer 2005, Wright 2008, and Dolbeer unpublished data).*

- *On May 25, 2008, a Kalitta Airlines cargo B-747-200 (based in Michigan) struck a Eurasian kestrel (Falco tinnunculus) on the takeoff run at Brussels National Airport. Even though the pilot was able to stop the takeoff, the aircraft overran the runway, broke in half and was destroyed. The B-747 came within 500 m of housing.*
- *On August 23, 2000, a B-747 struck a flock of geese on the takeoff run at Philadelphia International Airport. The B-747 ingested 1 or 2 birds in the #1 engine, and the high-speed aborted takeoff resulted in 9 flat tires. The engine was a total loss, and the repair cost was \$3 million.*
- *On July 24, 2008, an Air Mauritius aircraft with 241 people on board caught fire after colliding with a bird just as it was taking off from the Delhi Airport, India. “Had the fire not extinguished in time or the plane had taken off, it would have definitely blown up either on ground or mid-air,” an official said (CAA Airport News 2008).*
- *On June 9, 2001, an Airbus 300, during its climb, struck a Canada goose at 700 m above ground level. The goose was ingested into the #2 engine. A precautionary landing was made. Cost to replace the engine was \$2 million.*
- *On February 17, 2004, a B-757-200 struck a flock of mallards (Anas platyrhynchos) on its takeoff run at Portland International Airport, Washington. At least 1 bird was ingested, and a precautionary landing was made. The cost to replace the engine was \$2.5 million.*
- *On June 24, 2005, an Airbus 310 struck multiple Philippine ducks (Anas luzonica) on its takeoff run at Subic Bay airport, resulting in an aborted takeoff. The fan blades were badly damaged, a large section of the nose cowl was torn from the nacelle (i.e., exterior protective covering),*

gem do motor foi danificada. Estilhaços do motor danificaram a carenagem do flap #3. O custo de recuperação foi de US\$ 9,45 milhões.

- Em 22 de março de 2006, um Airbus 319 colidiu com um bando de gansos-canadenses durante a aproximação final, a 4km do Aeroporto General Mitchell, Wisconsin. Um ou dois gansos foram ingeridos, levando ao corte do motor (desligamento). O piloto reportou a emergência e foi capaz de pousar em segurança. Houve dano significativo ao núcleo do motor, que foi substituído ao custo de US\$ 2,6 milhões.

Os danos para os aviões da aviação geral e helicópteros também podem ser significativos.

- Em 17 de agosto de 2005, um Cessna 421, descendo para 600 metros de altura, atingiu um urubu-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*) em Merrit Island, Florida. A colisão rasgou a asa da aeronave fazendo com que o combustível fosse pulverizado e danificasse a lâmpada de verificação do trem de pouso, de forma que o piloto não tinha certeza de que o trem estivesse travado em baixo. O Secretário de Transportes da Flórida estava a bordo com outras autoridades.

- Em 1º de setembro de 2005, um Falcon 20 atingiu um bando de rolinhas (*Zenaida macroura*) logo após a rotação em Lorain County, Ohio, causando apagamento do motor #1. Quando o trem de pouso foi recolhido, a aeronave atingiu outro bando, resultando numa redução das rotações do motor #2. O piloto fez um pouso forçado derrapando por uma valeta e pela cerca patrimonial, a aeronave cruzou uma estrada e parou em uma plantação de milho. Ambos os pilotos foram levados para o hospital. Os custos totalizaram US\$ 1,4 milhão.

- Em 30 de dezembro de 2005, um helicóptero Bell 206 voava a 150 metros acima do solo, perto de Washington, Louisiana, ao colidir com um urubu-de-cabeça-vermelha (*Cathartes aura*) que penetrou pelo para-brisas, cegando o piloto temporariamente. O piloto tentou pousar em uma plantação de feijão, mas o sangue da ave atrapalhava sua visão. No pouso, o esquí esquerdo atingiu o solo primeiro, fazendo com que a aeronave tombasse para o lado. O piloto passou por várias cirurgias para restauração de face, dentes e olho. O custo de recuperação do helicóptero foi de US\$ 1,5 milhão.

A responsabilidade legal por danos provocados por colisões com aves não se restringe, obviamente, à destruição da aeronave ou às pessoas a bordo. Em muitos casos, a aeronave pode cair sobre uma estrada movimentada ou prédios com pessoas e a devastação advinda do impacto inicial e, algumas vezes, de incêndios pode ter consequências catastróficas. Mesmo que não ocorram lesões ou mortes, a responsabilidade pelos prejuízos financeiros por danos a estruturas ou veículos no solo pode ser tremenda.

*and the fan cowling was damaged. Engine shrapnel damaged the #3 flap fairing. The cost to repair the damage was \$9,456,000.*

- *On March 22, 2006, an Airbus 319 struck a flock of Canada geese while it was on its 4-km final approach to General Mitchell International Air-port, Wisconsin. One or 2 geese were ingested, and the engine shut down. The pilot reported an emergency and was able to land safely. There was major damage to the engine's core, and the engine was replaced at a cost of \$2,675,600.*

*Damage to general aviation aircraft and helicopters also can be costly.*

- *On August 17, 2005, a Cessna 421 descending to 600m above ground level, struck a black vulture (*Coragyps atratus*) at Merritt Island, Florida. The collision ripped the aircraft wing causing fuel to spray out and damage the landing gear recognition light, so the pilot was not sure if the gear was down. The Florida Secretary of Transportation was on board along with other dignitaries.*

- *On September 1, 2005, a Falcon 20 struck a flock of mourning doves (*Zenaida macroura*) shortly after rotation at Lorain County, Ohio, causing the #1 engine to flame out. As the gear was retracted, the plane hit another flock, which caused the #2 engine revolutions to roll back. The pilot crash-landed, sliding through a ditch and an airport perimeter fence, crossing a road, and coming to a stop in a cornfield. Both pilots were taken to the hospital. Costs totaled \$1.4 million.*

- *On December 30, 2005, a Bell 206 helicopter was at 150 m above ground level near Washington, Louisiana, when it stuck a large vulture (*Cathartes aura*) that crashed into the windshield, temporarily blinding the pilot. The pilot tried to land in a bean field, but the bird's blood hampered his vision. The left skid hit the ground first, causing the aircraft to tip on its side. The pilot had several surgeries to repair his face, teeth and eye. The cost to repair the helicopter was \$1.5 million.*

*Liability for damage from bird strikes is not, of course, limited to destruction of aircraft or persons on board. In many instances, the aircraft may crash into either a busy highway or occupied buildings, and the devastation from the initial impact and sometimes horrendous fires can be catastrophic. Even if no injuries or fatalities occur, the financial liability for damage to structures or vehicles on the ground can be tremendous.*

- Em 27 de agosto de 2000, um Boeing 747, durante a subida, pós-decolagem do Aeroporto de Los Angeles, colidiu com uma gaivota-de-pés-rosados (*Larus occidentalis*) a 150 metros de altura. Houve ingestão da ave pela turbina, levando o piloto a realizar um pouso de emergência, enquanto o motor expelia labaredas de 3 a 4 metros. Três pedaços do motor caíram no solo, um deles tinha 2 metros de comprimento, quase acertando um grupo de pessoas que faziam uma refeição ao ar livre em uma praia (felizmente ninguém se feriu). O piloto alijou 75 toneladas de combustível sobre o oceano antes do pouso.

- Em 26 de fevereiro de 1973, um Learjet 24 decolando do Aeroporto de Peachtree-Dekalb, Georgia, colidiu com um bando de molotros (*Molothrus ater*). Houve falha do motor e a aeronave caiu, matando 8 pessoas e ferindo gravemente uma pessoa no solo.

A situação em que a responsabilidade civil é mais grave (tanto do ponto de vista emocional como financeiro) ocorre quando um acidente, no aeródromo ou no seu entorno, resulta em ferimentos graves ou mortes para pessoas a bordo da aeronave e no solo.

- Em 8 de julho de 2003, um Cessna 172 colidiu com um urubu a 250 metros de altura, perto de McKinney, Texas. O piloto declarou emergência para a torre do aeródromo, depois de ter atingido uma ave com sua asa esquerda, informando que não estava conseguindo manter a aeronave em voo reto com a potência disponível e que iria pousar em um campo. O avião parou na vertical, com o motor separado de sua parede de fogo. A asa esquerda foi arrancada em seus pontos de fixação e os tanques de combustível se romperam. Testemunhas no solo viram a aeronave colidir contra o solo com a asa esquerda; 2 pessoas a bordo morreram.

- Em 8 de julho de 2007, um Cessna 182 fez um desvio abrupto para não atingir uma águia a 20 metros de altura, durante a aproximação para Matinicus Island, Maine. A aeronave bateu no topo de árvores próximas à pista, caiu e foi destruída, ferindo 2 pessoas.

- Em 23 de outubro de 2007, um Piper 44 desapareceu durante um voo de treinamento noturno a 1.000 metros de altura em Browerville, Minnesota. O instrutor e o aluno não reportaram quaisquer dificuldades, porém os destroços foram encontrados, 36 horas depois, parcialmente submersos, de cabeça para baixo em um pântano. A partir de uma parte da asa e de alguns restos em seu interior, a Divisão de Aves do Smithsonian Institution identificou que a ave atingida pelo estabilizador horizontal esquerdo era um ganso-canadense. Ambos os pilotos morreram.

- Em março de 2008, um Citation II, decolando do Aeroporto de Wiley Post, Oklahoma, colidiu com aves não identificadas durante a subida. Uma testemunha ouviu uma série de estampidos e viu o jato deixando um

- *On August 27, 2000, a B-747, during its climb out of Los Angeles International Airport, struck a western gull (*Larus occidentalis*) at 150 m above ground level. The jet engine ingested the gull, and the pilot made an emergency landing with the jet spewing 3- to 4-m-long flames. Three pieces of the engine fell to the ground, with one 2-m piece landing on a beach where people were having a cookout (luckily no one was injured). The pilot dumped 75 metric tons of fuel over the ocean before landing.*

- *On February 26, 1973, a Learjet 24 departing from Peachtree-Dekalb Airport, Georgia, struck a flock of brown-headed cowbirds (*Molothrus ater*). Engine failure resulted, and the aircraft crashed, killing 8 people and seriously injuring 1 person on the ground.*

*A more serious liability (both emotionally and financially) is a crash on or near the airport that involves serious injuries or fatalities to people both onboard the aircraft and on the ground.*

- *On July 8, 2003, a Cessna 172 struck a vulture at 250 m above ground level near McKinney, Texas. The pilot made a Mayday call to the airport tower after the bird struck the left wing, announcing that he could not keep the aircraft straight with the power on and that he was going to land in a field. The plane came to rest upright with the engine separated from the firewall. The left wing was separated at the wing attach points, and the fuel tanks had ruptured and were leaking. Witnesses on the ground saw the plane hit with left wing first; 2 people on board were killed.*

- *On July 8, 2007, a Cessna 182 swerved to avoid an eagle at 20 m above ground level on its approach to Matinicus Island, Maine. The plane hit the treetops near the runway and crashed, destroying the aircraft and injuring 2 people.*

- *On October 23, 2007, a Piper 44 disappeared on a night-training flight at 1,000 m above ground level out of Browerville, Minnesota. The instructor and student pilot did not report any difficulties, but wreckage was found 36 hours later, partially submerged upside down in a bog. From part of a wing and some remains inside, the Smithsonian Institution, Division of Birds, identified the bird that struck the left horizontal stabilizer as a Canada goose. Both pilots were killed.*

- *In March 2008, a Citation II, departing from the Wiley Post Airport, Oklahoma, during its ascent, struck a number of unidentified birds. A witness heard a series of bangs and observed the jet trailing smoke and plunge straight down into the ground. All 5 people on board were*

raastro de fumaça, mergulhando em direção ao solo. Todas as cinco pessoas a bordo morreram no impacto (Birdstrike News, 2008).

- Em outubro de 2007, um bimotor de treinamento Seminole, da Universidade de Dakota do Norte, estava voando em rota a cerca de 1.200 metros de altura, quando atingiu um bando de gansos-canadenses. A aeronave sofreu múltiplas colisões, vindo a cair em uma área pantanosa, vitimando os dois tripulantes (Birdstrike News, 2008).

- Em 25 de maio de 2000, um Cessna 310, na subida a partir do Aeroporto de L. M. Clayton, Montana, colidiu contra vários gansos-canadenses a 183 metros de altura. O para-brisas foi estilhaçado, a asa direita e o tanque de combustível foram arrancados no impacto. A aeronave foi destruída pelo incêndio que se seguiu ao impacto. O piloto foi hospitalizado com queimaduras e lacerações.

### 3.3 ACÇÕES JUDICIAIS CIVIS

Muitos processos civis têm sido instaurados, citando a negligência de administradores e de operadores de aeródromos como contribuintes para danos à propriedade, lesões graves e mortes, decorrentes de incidentes atribuídos a colisões com aves em aeródromos ou no seu entorno.

- Um precedente judicial significativo se estabeleceu quando um Learjet 24 se acidentou após decolar do Aeroporto de Peachtree-Dekalb, Georgia, em 1973. A aeronave caiu após colidir contra um bando de molotros, 8 pessoas morreram, e uma pessoa no solo ficou gravemente ferida. O acidente gerou um demorado caso legal, chamado de Miree litigation. O tribunal determinou que o administrador do aeródromo deveria ser responsabilizado por não ter tomado as precauções possíveis no seu nível de autoridade para acabar com o perigo representado pela presença das aves (Michael, 1986).

- Em 12 de novembro de 1975, um DC10 teve uma ingestão de diversas águias pelo motor #3, na corrida de decolagem, no Aeroporto John F. Kennedy. O motor pegou fogo, várias rodas e pneus se desintegraram, e o trem de pouso entrou em colapso durante a decolagem abortada. Em seguida, a aeronave incendiou-se e foi destruída; 30 dos 139 passageiros e tripulantes (todos empregados da companhia sendo transportados para fora dos EUA) ficaram feridos, mas ninguém morreu. O *National Transportation Safety Board* (NTSB) identificou que o controle ineficiente do risco de fauna pelo operador do aeródromo era um dos fatores contribuintes para o incidente. Uma complexa batalha legal se seguiu em 1979, nos tribunais federais e estaduais, com o operador e o proprietário da aeronave processando a FAA, a autoridade portuária de Nova Iorque e de Nova Jersey, a Cidade de Nova Iorque, e outras empresas do setor. O acordo total, conseguido em 1985, excedeu US\$ 15 milhões. As quantias pagas pelas partes e suas companhias de seguros não foram reveladas.

*killed on impact* (Birdstrike News 2008).

- *In October 2007, the University of North Dakota's twin-engine Seminole trainer was en route at about 1,200 m above ground level when it struck a flock of Canada geese. The airplane had multiple impact points and crashed into a swamp, killing both crew members* (Birdstrike News 2008).

- *On May 25, 2000, a Cessna 310 climbing out of L. M. Clayton Airport, Montana collided with several Canada geese at 183 m above ground level. The windshield was shattered, and the right wing and fuel tank were ripped off on impact, destroying the aircraft in a post-crash fire. The pilot was hospitalized with burns and lacerations.*

### *Civil lawsuits*

*Many civil lawsuits have been filed, citing the negligence of airport managers and airport operators contributing to property loss, serious injuries, and fatalities after a bird strike attributed aircraft incident on or near airports.*

- *A significant court precedent was established when a Learjet 24 crashed on departure from Peachtree-Dekalb Airport, Georgia, in 1973. The plane crashed after striking a flock of cowbirds; 8 people were killed, and 1 person on the ground was seriously injured. The crash generated a lengthy legal case, called the Miree litigation. The court determined that the airport manager could be held liable for failing to take the precautions possible at his level of authority to end bird hazards* (Michael 1986).

- *On November 12, 1975, a DC 10 ingested several gulls into the #3 engine during the takeoff run at John F. Kennedy International Airport. The engine caught fire; several wheels and tires disintegrated, and the landing gear collapsed during the aborted takeoff. The aircraft then caught fire and was destroyed; 30 of the 139 passengers and crew (all airline employees being ferried overseas) were injured, but there were no fatalities. The National Transportation Safety Board noted that ineffective control of bird hazards by the airport was one of the factors contributing to the incident. A complex legal battle in federal and state courts ensued in 1979, with the airline and the aircraft owner suing the FAA, the Port Authority of New York and New Jersey, New York City, and several aerospace companies. The total settlement, reached in 1985, exceeded \$15 million. Amounts paid by each party and their insurance companies were undisclosed.*

- Em 22 de setembro de 1985, um Boeing 707, de alarme aéreo antecipado e controle (AWACS), decolando da Base Aérea de Elmendorf, Alaska, sofreu ingestão múltipla de aves (4 gansos-canadenses) pelas turbinas #1 e #2. O acidente vitimou todas as 24 pessoas a bordo. Os investigadores descobriram a “pior combinação possível de condições operacionais”, incluindo patrulhas infrequentes e inadequadas da fauna. O controlador de voo mais experiente da torre, de acordo com testemunhas, teria dito que “observou gansos levantarem voo e curvar diretamente na direção da trajetória da aeronave.” Ambos os controladores de serviço no momento do acidente invocaram os direitos garantidos pela Quinta Emenda da Constituição norte-americana para permanecerem em silêncio, mas o investigador concluiu que ambos os controladores “tinham o dever de avisar à tripulação sobre as aves e que esta omissão foi um fator contribuinte.” Depois da investigação, pessoas que ocupavam as 3 posições mais altas na administração da base aérea foram transferidos.

- Em 3 de junho de 1995, um *Concorde* da *Air France* que pousava no Aeroporto John F. Kennedy sofreu a ingestão de 1 ou 2 gansos-canadenses na turbina #3 a cerca de 3 metros de altura. Houve perda de palhetas não contidas pela carenagem do motor #3 que destruíram o motor #4, além de cortar linhas hidráulicas e cabos de comando. O piloto realizou um pouso de emergência com sucesso, mas os danos ao *Concorde* custaram US\$ 7 milhões. A autoridade aeronáutica francesa processou a autoridade portuária de Nova Iorque e Nova Jersey, mas acabou desistindo da ação após um acordo de US\$ 5,3 milhões.

- Em 7 de junho de 1989, um BAE 146 da TNT Air Cargo, decolando à noite do Aeroporto de Gênova, Itália, voou através de um bando de gaivotas no momento da rotação. Três motores foram danificados, mas o piloto conseguiu trazer a aeronave de volta para o aeródromo. A companhia aérea processou algumas entidades em razão dos danos sofridos. Em 2001, o Tribunal Civil de Gênova, depois de 11 anos de litígio, concedeu US\$ 2 milhões como indenização à companhia. A responsabilidade civil solidária foi compartilhada entre o Ministério dos Transportes (50%), a empresa privada operadora do aeródromo (30%) e a autoridade portuária (20%). (Battistoni, 2003).

- Em 12 de dezembro de 1973, um jato Falcon Business com 9 pessoas a bordo colidiu contra gaivotas-pardas (*Larus canus*) e contra guinchos-comuns (*Chroicocephalus ridibundus*) na decolagem do Aeroporto de Norwich, Inglaterra. A aeronave foi destruída e houve um ferido leve. O juiz responsável pelo caso escreveu que o operador do aeródromo tinha para com o operador da aeronave e seus ocupantes “o dever comum de proteção.” O juiz em sua decisão disse que o operador do aeródromo tinha falhado em não demonstrar o devido cuidado no gerenciamento do risco de fauna e

- *On September 22, 1995, an AWACS B-707 out of Elmendorf Air Force Base, Alaska, ingested 4 Canada geese into the #1 and #2 engines during takeoff. The resulting crash killed all 24 people on board. Investigators found the “worst possible combination of operational conditions,” including infrequent and inadequate wildlife patrols. The senior tower controller was reported by witnesses as saying he “observed geese lift off and turn directly into the path of the aircraft.” Both controllers on duty at the time of the accident invoked their Fifth Amendment rights to remain silent, but the investigator concluded that both controllers “had a duty to warn the flight crew and that failure was a contributing factor.” After the investigation, people in the top 3 leadership positions at the air base were reassigned.*

- *On June 3, 1995, an Air France Concorde, while landing at John F. Kennedy International Airport, ingested 1 or 2 Canada geese into the #3 engine at about 3 m above ground level. This caused an uncontained failure. Shrapnel from the #3 engine destroyed the #4 engine and cut hydraulic lines and control cables. The pilot made a successful emergency landing, but damage to the Concorde was >\$7 million. The French Aviation Authority sued the Port Authority of New York and New Jersey and eventually settled out of court for \$5.3 million.*

- *On June 7, 1989, a TNT Air Cargo BAE 146 departing Genoa Airport, Italy, at night flew through a flock of gulls at rotation. Three engines were damaged, but the pilot managed to return the severely damaged aircraft to the airport. The carrier sued a number of entities for damages. The Civil Court of Genoa in 2001, after 11 years of litigation, awarded the carrier \$2 million. Liability was assigned as 50% to the Ministry of Transport, 30% to the private company operating the airport, and 20% to the port authority. (Battistoni 2003).*

- *On December 12, 1973, a Falcon Business Jet with 9 people on board struck common gulls (*Larus canus*) and black-headed gulls (*Chroicocephalus ridibundus*) on takeoff from Norwich Airport, England. One minor injury resulted from the crash, which destroyed the aircraft. The judge presiding over the case wrote that the airport operator owed the aircraft operator and occupants the “common duty of care.” The judge decided that the airport operator failed to show due diligence in managing the airport’s bird hazards, and there must be judgment for the*

que deveria ser julgado por isso (Michael, 1986; MacKinnon et al., 2001).

- Em 14 de junho de 1975, uma aeronave Sabreliner sofreu uma ingestão de gaivotas, em ambos os motores, no momento da rotação para a decolagem do Aeroporto de Watertown, Dakota do Sul. A aeronave caiu e houve incêndio severo, ferindo 3 das 6 pessoas a bordo, ficando totalmente destruída. Quando um processo foi instaurado contra o operador do aeródromo, o tribunal manteve que a causa imediata do acidente tinha sido a falta de aviso ao piloto a respeito da presença de aves. Foi iniciado processo para pagamento do valor total da aeronave contra o operador do aeródromo (Michael, 1986; MacKinnon et al., 2001).

- Quando um Boeing 737 ingeriu uma gaivota e abortou a decolagem no Aeroporto de Pula, Croácia, a companhia aérea enviou uma conta para o operador do aeródromo, que se recusou a pagá-la, alegando que “havia um *Notice to Airmen* (NOTAM) permanente avisando às companhias aéreas a respeito de aves nas proximidades da pista”. Quando a companhia de seguros moveu uma ação contra o aeródromo, a corte de apelações decidiu a favor da companhia de seguros. O tribunal observou que o operador do aeródromo reconhecia a existência do problema ao ter um NOTAM permanente relativo ao risco de fauna, entretanto, ainda falhou em tomar todas as medidas ao seu alcance para mitigar o problema (Pula County Court, 2000).

- Quando um *Airbus 320* da *Air France* atingiu um bando de gaivotas durante a corrida de decolagem no Aeroporto de *Marseille Provence*, França, o motor foi destruído. Em janeiro de 2005, a companhia recebeu US\$ 4 milhões de indenização, devido à negligência na operação do aeródromo. Um ouriço (*Erinaceidae sp.*) fora atingido por uma outra aeronave previamente (o que atraía gaivotas), mas o pessoal de operações do aeródromo não removeu a carcaça.

### 3.4 ACUSAÇÕES CRIMINAIS

Acusações por negligência criminosa podem ser apresentadas contra gerentes (operadores) de aeródromos, algumas tão sérias quanto homicídios culposos, em caso de mortes resultantes de colisão com aves no aeródromo ou em seu entorno.

- Em 20 de janeiro de 1995, uma aeronave Falcon 20 atingiu um bando de aves durante a decolagem do Aeroporto de Le Bourget, França. Houve ingestão de aves pela turbina esquerda, fazendo com que a aeronave caísse, matando todas as 10 pessoas que estavam a bordo. Uma investigação revelou que os funcionários do aeroporto não tinham realizado as operações de rotina para dispersão de aves antes do acidente. Em 1998, as autoridades francesas apresentaram uma acusação de homicídio involuntário contra a Autoridade Aeroportuária de Paris e três ex-gerentes por sua participação no acidente. A autoridade aeroportuária foi acusada de “negligência por ter deixado de cumprir os

*aircraft operator* (Michael 1986, MacKinnon et al. 2001).

- *On June 14, 1975, a Sabreliner ingested gulls in both engines at rotation from Watertown Airport, South Dakota. The aircraft crashed, and a severe fire ensued, injuring 3 of the 6 people on board and destroying the aircraft. When a suit was brought against the airport operator, the court maintained that the proximate cause of the crash was the failure to warn the pilot of the presence of birds. Judgment for the full value of the destroyed aircraft was entered against the airport operator* (Michael 1986, MacKinnon et al. 2001).

- *When a B-737 ingested a gull and aborted the takeoff at Pula, Croatia, the airline sent a bill to the airport, which the airport refused to pay, stating that it “had a permanent (NOTAM) [i.e., notice to airmen] to warn air carriers of birds in the vicinity of the runway. When the insurance company sued the airport, the appeals court ruled in favor of the insurance company. The court noted that the airport acknowledged that a problem existed by having a permanent NOTAM regarding bird hazards, and yet failed to undertake all measures at its disposal to alleviate the hazard* (Pula County Court 2000).

- *When an Air France A-320 hit a flock of gulls during the takeoff run at Marseille Provence, France, the engine was destroyed. In January 2005 the airline was awarded \$4 million because of negligence in operating the airfield. A hedgehog (*Erinaceidae sp.*) had been struck by an earlier flight (which attracted the gulls), but airport operations personnel had failed to remove the carcass.*

### *Criminal charges*

*Criminal negligence charges can be brought against airport managers, some as serious as involuntary manslaughter when fatalities are involved from a bird-strike crash on or near an airports.*

- *On January 20, 1995, a Falcon 20 struck a flock of birds during takeoff from Le Bourget Airport, France. The jet ingested birds in the left engine, causing the aircraft to crash, killing all 10 people on board. An investigation found that the airport staff failed to perform routine bird-scaring operations prior to the crash. In 1998, French authorities laid charges for involuntary manslaughter against the Paris Airport Authority and 3 former officers for their roles in the accident. The airport authority was accused of “negligently failing to follow normal security*

procedimentos normais de segurança” (MacKinnon et al., 2001; Cleary & Dolbeer, 2005).

- Quando um *Boeing 707* AWACS da Força Aérea Americana ingeriu gansos e caiu no *Alaska*, matando todas as 24 pessoas a bordo, o controlador-chefe e outro controlador que estavam na torre tiveram de invocar o direito da Quinta Emenda de permanecer em silêncio, quando investigados a respeito de sua participação no acidente.

#### 4 CONCLUSÃO

Os tribunais têm estabelecido que os operadores de aeródromos devem exercer o devido cuidado, tomando todas as medidas ao seu alcance para mitigar o risco de fauna nos aeródromos. A falha em realizar tal ação pode resultar em processos civis e criminais contra gerentes e operadores de aeródromos. Quando processos civis ou criminais são instaurados, os casos podem se arrastar por anos dentro do sistema judiciário. Os custos judiciais, os honorários de advogados e de peritos podem custar aos administradores e operadores milhões de dólares em pagamento para a defesa e acordos de indenização. A fim de evitar questões potenciais de responsabilidade civil, os administradores e operadores de aeródromos precisam:

- Cumprir de maneira clara com suas responsabilidades legais definidas por regras federais, estaduais e locais que se sobrepõem;
- Ter um conhecimento funcional de todas as permissões, licenças e certificados exigidos por estas agências;
- Entender de maneira clara as condições legalmente exigidas das permissões, e ter certeza de que estas condições tenham sido atendidas e documentadas;
- Assegurar-se de que todos os funcionários tenham recebido o treinamento necessário previsto para o gerenciamento do risco de fauna no aeródromo;
- Buscar a assessoria de advogados ambientais, bem como a assistência profissional da USDA, Wildlife Services, biólogos da FAA, consultores ambientais, além de peritos de grupos como Audubon Society e centros para aves de rapina; e
- Realizar avaliação do risco de fauna no aeródromo, e implantar um PGRF conforme previsto pelo U.S. Code of Federal Regulations (CFR; U.S. Code, 1973).

O gerenciamento do risco de fauna em aeródromos é uma tarefa complexa e de sensibilidade pública, e os administradores de aeródromos receberão críticas públicas e cobertura negativa da mídia ao executar suas atribuições (especialmente se as espécies de aves forem socialmente sensíveis, como é o caso da águia-de-cabeça-branca). Não obstante, os administradores de aeródromos devem atuar de maneira diligente, cumprindo seu dever legal de proteger o

*procedures” (MacKinnon et al. 2001, Cleary and Dolbeer 2005).*

- *When a U.S. Air Force AWACS B-707 engine ingesting geese and crashed in Alaska, killing all 24 people on board, the senior controller and another controller at the tower had to invoke their Fifth Amendment right to remain silent when investigated for their part in the crash.*

#### Conclusion

*The courts have ruled that airport operators must exercise due diligence in undertaking all measures at their disposal to alleviate bird hazards at airports. Failing to do so could bring civil judgments and criminal charges upon airport managers and operators. When civil suits and criminal charges are filed, court cases can drag out through the court system for years. Court costs, attorney fees, and expert fees can cost the airport manager and operator millions of dollars in defense fees and settlement judgments. To avoid potential liability issues, airport managers and operators must:*

- *Clearly meet the legal responsibilities placed on them by the overlapping federal, state, and local regulations;*
- *Have a working knowledge of all required permits, licenses, and certificates required by these agencies;*
- *Clearly understand the legally enforceable permit conditions and be absolutely certain that these conditions are met and documented;*
- *Ensure that all personnel have received the required training necessary for wildlife management on the airport;*
- *Seek out advice from environmental lawyers, professional assistance from the USDA, Wildlife Services, FAA staff biologists, environmental consultants, and experts from such groups as the Audubon Society and Centers for Birds of Prey; and*
- *Complete a wildlife assessment of hazards at the airport and implement a wildlife hazard management plan, as required in the U.S. Code of Federal Regulations (CFR; U.S. Code 1973).*

*Wildlife hazard management at airports is a publicly-sensitive and complex undertaking, and airport managers will receive public criticism and negative news coverage when carrying out their duties (especially if the bird species are socially sensitive, as are bald eagles). Nonetheless, airport*



público usuário do transporte aéreo e a autoridade aeroportuária.

## AGRADECIMENTOS

Informações prestadas por R. A. Dolbeer, USDA/Wildlife Services, Presidente do Bird Strike Committee USA.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS (no formato do artigo original)

- Aviation Week and Space Technology. 1977. U.S. Court of Appeals for the Second Circuit. 1985. Overseas National Airways Inc. Plaintiff versus United States of America, Defendant—Third party Plaintiff-Appellant, Port Authority of New York and New Jersey, Third party Defendant-Appellant, and the City of New York, Third-party Defendant-Appellant. Nos. 64-6232, 84-6254 (August term 1984). Decided June 27, 1985.
- Bernhardt, G. E., Z. J. Patton, L. A. Kutschbach-Brohl, and R. A. Dolbeer. 2009. Management of bayberry in relation to tree-swallow strikes at John F. Kennedy International Airport, New York. *Human–Wildlife Conflicts* 3:237–241.
- Birdstrike News. 2008. Embry Riddle Aeronautical University [newsletter] 2(2):4.
- CAA Airport News. 2008. Air Mauritius plane with 241 people on board caught fire after hitting a bird as it was departing Delhi Airport. California Aviation Alliance, Marysville, California, USA.
- Cleary, E. C., and R. A. Dolbeer. 2005. Wildlife hazard management at airports, a manual for airport personnel. Second edition. U.S. Department of Transportation, Federal aviation Administration, Office of Airport Safety and Standards, Washington, October 31, 2008.
- Cleary, E. C., R. A. Dolbeer, and S. E. Wright. 2004. Wildlife strikes to civil aircraft in the United States, 1990–2003. U.S. Department of Transportation, Federal Aviation Administration, Serial Report 10, DOT/FAA/AS/00-6 (AAS-310), Washington, D.C., USA, <<http://wildlife-mitigation.tc.faa.gov>>. Accessed October 31, 2008.
- Dolbeer, R. A., and S. E. Wright. 2009. Safety management systems: how useful will the FAA National Wildlife Strike Database be? *Human–Wildlife Conflicts* 3:167–178.
- Dove, C. J. N. F. Dahlan, and M. Heacker. 2009. Forensic bird-strike identification techniques used in an accident investigation at Wiley Post Airport, Oklahoma, 2008. *Human–Wildlife Conflicts* 3:179–185.
- FAA. 2004. Initiation of wildlife hazard assessments at airports. Airport Certification Program. Office of Airport Safety and Standards, Programs Policies and Guidance,

*managers must diligently pursue their legal duty to protect the traveling public and their airport authority.*

## Acknowledgments

*Information was provided by R. A. Dolbeer, USDA/Wildlife Services, Chairman, Bird Strike Committee USA.*

Federal Aviation Administration, Washington, D.C., USA.

FAA Advisory Circulars. 2004. Reporting wildlife aircraft strikes, AC 150/5200-33A, and Hazardous wildlife attractants on or near airports, AC 150/5200-33A, Federal Aviation Administration, Washington, D.C., USA.

Klope, M. W., R. C. Beason, T. J. Nohara, and M. J. Begier. 2009. Role of near-miss bird strikes in assessing hazards. *Human–Wildlife Conflicts* 3:208–215.

Linnell, M. A., M. R. Conover, and T. J. Ohashi. 2009. Using wedelia as ground cover on tropical airports to reduce bird activity. *Human–Wildlife Conflicts* 3:226–236.

MacKinnon, B., R. Snowden, and S. Dudley, editors. 2001. Sharing the skies: an aviation guide to the management of wildlife hazards. Transport Canada, Ottawa, Ontario, Canada.

Michael, R. A. 1986. Keep your eye on the birdie: aircraft engine bird ingestion. *Journal of Air Law and Commerce* 4:1007–1035.

Pula County Court. 2000. Liability of Pula Airport for the damages from bird strikes. County Court, Pula, Republic of Croatia, case Gž-2141/00.

Richardson, W. J., and T. West. 2000. Serious bird-strike accidents to military aircraft: updated list and summary. Pages 67–98 in Proceedings of International Bird Strike Committee meeting, Amsterdam, The Netherlands.

Seamans, T. W., S. C. Barras, G. E. Bernhardt, B. F. Blackwell, and J. D. Cepek. 2007. Comparison of 2 vegetation-height management practices for wildlife control at airports. *Human–Wildlife Conflicts* 1:97–105.

Thorpe, J. 2003. Fatalities and destroyed aircraft due to bird strikes, 1912–2002. Pages 85–113, in Proceedings of the international Bird Strike Committee meeting, Warsaw, Poland.

U.S. Code of Federal Regulations. 1973. Endangered Species Act of 1973, as amended. Title 13 CFR part 139.337.

Washburn, B. E., S. C. Barras, and T. W. Sea-mans. 2007. Foraging preferenced of captive Canada geese related to turfgrass mixtures *Human–Wildlife Conflicts* 1:205–223.

Wright, S. E. 2008. Some significant wildlife strikes to civil aircraft in the United States, January 1990–June 2008. FAA Wildlife Strike Database, U.S. Department of Agriculture, Wildlife Services, Sandusky, Ohio, USA.

# Técnicas de identificação forense para colisão com aves utilizadas na investigação do acidente no Aeroporto de Wiley Post, Oklahoma, 2008<sup>1</sup>

Carla Dove<sup>2,3</sup>, Nor Faridah Dahlan<sup>2</sup>, Marcy Heacker<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Traduzido e adaptado para o português por Henrique Rubens Balta de Oliveira

<sup>2</sup> Smithsonian Institution, Feather Identification Lab, National Museum of Natural History, P.O. Box 37012, Washington, DC 20013-7012, USA

<sup>3</sup> [dovec@si.edu](mailto:dovec@si.edu)

<sup>4</sup> Artigo originalmente publicado no *Human-Wildlife Conflicts Journal*, v.3, n.2, pp.179-185, Fall 2009

**RESUMO:** Em 4 de março de 2008, um Cessna Citation 1 (Modelo 500) caiu em área de bosque próxima ao Aeroporto de Wiley Post, Oklahoma, vitimando todas as cinco pessoas a bordo da aeronave. Este artigo descreve detalhadamente os métodos e os conhecimentos forenses utilizados pelo Laboratório de Identificação de Penas do Smithsonian Institution para identificar a ave envolvida nesse acidente por colisão com fauna. Nós utilizamos métodos padronizados de análise de penas inteiras, análise microscópica e análise de DNA (*barcoding*) neste evento para identificar o pelicano-branco-americano (*Pelecanus erythrorhynchos*), como a espécie de ave que causou este acidente fatal. Nós também ressaltamos a importância da investigação de campo e da coleta de evidências serem feitas apropriadamente para que resultados mais precisos sejam obtidos, em especial neste evento, mas, de maneira geral, em todas as colisões com espécimes da fauna.

**Palavras chave:** Colisão de Aeronaves. Colisão com Ave. Acidente. DNA. Pena. Conflitos Homem-Fauna. Identificação. *Pelecanus erythrorhynchos*. Pelicano-Branco. Aeroporto de Wiley Post.

## *Forensic bird-strike identification techniques used in an accident investigation at Wiley Post Airport, Oklahoma, 2008<sup>4</sup>*

**ABSTRACT:** On March 4, 2008, a Cessna Citation 1 (Model 500) crashed in a wooded area near Wiley Post Airport, Oklahoma, killing all 5 people on board. This paper describes the detailed forensic methods and expertise used by the Smithsonian Institution's Feather Identification Lab to identify the bird that caused this bird-strike incident. We used standard methods of whole-feather analysis, microscopic examination, and DNA barcoding in this case to identify American white pelican (*Pelecanus erythrorhynchos*) as the bird species involved in this fatal crash. We also report the importance of proper field investigation and evidence collection for accurate results, particularly for this case, and generally for all bird-strike identifications.

**Key words:** Aircraft Collision. Bird Strike. Crash. DNA. Feather. Human-Wildlife Conflicts. Identification. *Pelecanus erythrorhynchos*. White Pelican. Wiley Post Airport.

**Citation:** Dove, C. J., N. F. Dahlan, and M. Heacker. 2009. Forensic bird-strike identification techniques used in an accident investigation at Wiley Post Airport, Oklahoma, 2008. *Human-Wildlife Conflicts* 3:179-185.

## 1 INTRODUÇÃO

Colisões de aeronaves com aves (*bird strikes*) são preocupações para a segurança de voo e para a viabilidade econômica do setor aeronáutico (Dolbeer & Wright, 2008, 2009; Dale, 2009). O *Smithsonian Institution* tem feito a identificação de espécies de aves por meio de fragmentos de penas desde o início da década de 60. Nós identificamos aves em vários níveis de taxonomia utilizando as características morfológicas de penas como: tamanho, forma, cor e textura; características microscópicas da forma dos nódulos, comprimento de bárbulas, distribuição e padrões de pigmentação (Chandler, 1916; Brom, 1991; Dove, 1997, 2000; Rajaram, 2002; Dove & Agreda, 2007); e, mais recentemente, para análise de colisão com aves utilizando análise genética (*barcoding*) (Dove et al., 2008). Para colisões com aves, tais técnicas podem ser usadas independentemente ou combinadamente, caso os vestígios sejam diminutos ou insuficientes para usar somente uma das técnicas. As identificações são também ratificadas por evidências circunstanciais relacionadas ao evento (ex.: data, localização geográfica, relatos de testemunhas oculares) para ajudar na identificação final de es-

*AIRCRAFT COLLISIONS with birds (bird strikes) are a safety and economic concern for the aviation industry (Dolbeer and Wright 2008, 2009; Dale 2009). The Smithsonian Institution has been providing bird identifications from fragmentary feather evidence of bird strikes since the early 1960s. We identify birds to various taxonomic levels using morphological feather characters of size, shape, color, and texture; microscopic characters of node shape, barbule length, distribution, and pigmentation patterns (Chandler 1916; Brom 1991; Dove 1997, 2000; Rajaram 2002; Dove and Agreda 2007); and, more recently, for bird-strike analysis by using DNA barcoding (Dove et al. 2008). For bird-strike cases, these techniques can be used independently or in combination, if the evidence from the bird-strike mishap is minute or insufficient for any single technique. Identifications also are corroborated with circumstantial evidence from the bird-strike event (e.g., date, geographic location, eye witness reports) to help validate the final species identifications.*

*On March 4, 2008, at approximately 1515 hours Central Time, a Cessna Citation 1 (Model 500) crashed in a wooded*

pécies.

Em 4 de março de 2008, por volta das 15h15 (hora central americana), um Cessna Citation 1 (Modelo 500) caiu em uma área arborizada, cerca de 7km do Aeroporto de Wiley Post, Oklahoma, vitimando os cinco ocupantes a bordo. Uma testemunha ocular informou ter visto um bando de aves na área em torno do horário em que o acidente ocorreu (*Professional Pilot News*, 2008). Dois dias após o acidente, o Laboratório de Identificação de Penas do Smithsonian Institution (Museu Nacional de História Natural) foi contactado pelo *National Transportation Safety Board* (NTSB) para auxiliar na análise das evidências coletadas deste acidente. O Citation estava indo para Mankato, Minnesota, e o acidente ocorreu pouco depois da decolagem. O gravador de voz da cabine não estava em funcionamento, dificultando ainda mais a investigação.

Este artigo descreve as técnicas empregadas pelo Laboratório de Identificação de Penas para todas as colisões com aves, e, especificamente, detalha os métodos utilizados na investigação do acidente em Wiley Post. A informação acumulada a partir da investigação e da identificação de espécies de aves envolvidas em acidentes e incidentes graves são fundamentais para a implantação de programas de gerenciamento para reduzir o risco de colisões com aves, para melhorar o projeto de motores e de aeronaves, para apoiar a investigação de acidentes; além de contribuir de maneira significativa para conhecermos os problemas que podem ser causados pela colisão com aves e outros animais em termos de segurança operacional na aviação.

## 2 MÉTODOS

### 2.1 REPORTE DE EVENTOS DE INTERESSE

As colisões com aves são reportadas “online” de acordo com procedimentos estabelecidos pela United States Air Force (USAF) e pela Federal Aviation Administration (FAA). Normalmente, as evidências de aves (material orgânico) são coletadas pelo pessoal de campo (ex.: pilotos, equipes de manutenção, biólogos de aeródromos) em conformidade com procedimentos estabelecidos por meio de cada agência (FAA, 2009). Uma cópia impressa do reporte de colisão com fauna, incluindo o número identificador único do evento, e todos os demais detalhes pertinentes à colisão devem ser anexados ao pacote de amostras, encaminhando-o para fins de identificação. Para casos internacionais, as autorizações e certificados necessários, relativos às exigências de exportação, são também anexadas às evidências coletadas.

No caso do Aeroporto de Wiley Post, a equipe de fauna do *U.S. Department of Agriculture* (USDA) / *Animal and Plant Health Inspections Service* (APHIS), em Oklahoma, tomou conhecimento das circunstâncias do acidente, e imediatamente ofereceu ajuda para a FAA e para o NTSB na coleta de vestígios desse acidente. O NTSB conduziu a investigação e passou a ser o ponto de contato, assumindo responsabilidade por todas as informações, incluindo a divulgação da identificação de aves, reportes, contatos com a mídia e questionamentos públicos, até a conclusão da investigação e a determinação da causa do acidente.

*area about 7 km from Wiley Post Airport, Oklahoma, killing all 5 people on board. An eyewitness reported seeing a flock of birds in the area about the time of the crash (Professional Pilot News 2008). Two days after the crash, the Feather Identification Lab at the Smithsonian Institution (National Museum of Natural History) was contacted by the National Transportation Safety Board (NTSB) to assist with the analysis of evidence recovered from this accident. The Cessna Citation was bound for Mankato, Minnesota, and crashed shortly after takeoff. The cockpit voice recorder was not operating during the flight, adding to the difficulty of this investigation.*

*This paper describes the techniques used by the Feather Identification Lab for all bird-strike identification cases, and it specifically details the methods applied to the accident investigation at Wiley Post. The cumulative information obtained from identification of bird species from bird-strike mishaps is vital to proper implementation of management plans to reduce the risk of bird strikes, improve engine and aircraft design, assist with accident investigations; and it significantly contributes to our knowledge of the damage that birds and wildlife can cause to aviation safety.*

## *Methods*

### *Reporting*

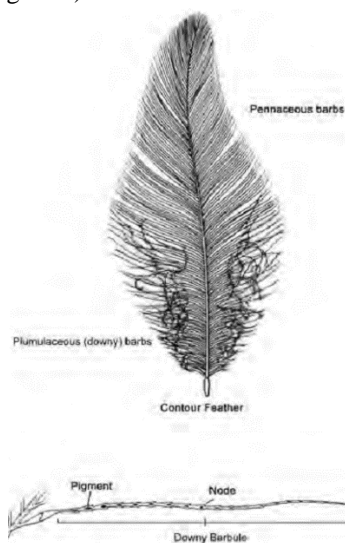
*Bird strikes are reported online according to procedures established by the U.S. Air Force (USAF) and the Federal Aviation Administration (FAA). Bird evidence (bird remains) typically is collected by field personnel (e.g., pilots, maintenance crew, airport biologists) according to procedures established by each agency (FAA 2009). A copy of the wildlife strike report, including the unique case number and all details pertaining to the mishap is attached to the packaged bird remains and submitted to us for identification. For international cases, the proper permits and certificates for international export requirements also are included with the bird remains.*

*In the Wiley Post Airport case, the staff wildlife biologist for the U.S. Department of Agriculture (USDA)/Animal and Plant Health Inspections Service (APHIS) program in Oklahoma became aware of the reported circumstances surrounding the crash and immediately offered to assist the FAA and National Transportation Safety Board (NTSB) with the evidence-collecting for this event. The NTSB, took the lead in this investigation and was the designated point of contact. All information, including dissemination of the bird identification, was the responsibility of the NTSB and all reports, media contact, and public inquiries went through the NTSB until the investigation was closed. NTSB cases are open until the cause of the accident is determined.*

## 2.2 COLETA DE AMOSTRAS

Restos de aves, tais como penas inteiras e grandes amostras de material orgânico, rotineiramente são coletadas ou raspadas do material que aderiu à aeronave. Se aves inteiras ou carcaças quase completas forem encontradas, penas devem ser arrancadas (nunca cortadas) do peito, das asas, da cauda e do dorso. As penas devem ser então colocadas em sacos plásticos hermeticamente fechados e identificados, com fecho que impeça a perda do material. Caso as amostras estejam ressecadas demais para serem removidas por raspagem, álcool 70% deve ser pulverizado sobre a área da amostra para amolecer o material, antes de coletar a amostra. O álcool previne a formação de mofo na amostra, além de ser especialmente importante para o sucesso da extração do ácido desoxirribonucleico (DNA). Quando somente sangue ou tecidos estão disponíveis, amostras de DNA podem ser coletadas utilizando cartões *Whatman® FTA* (Whatman International Ltd., Kent, U.K.).

A identificação morfológica tradicional de fragmentos de penas tem maior probabilidade de sucesso se realizada por pessoal especializado que trabalhe junto a coleções de museus, onde os fragmentos podem ser limpos de forma adequada (Laybourne & Dove, 1994) para serem então, microscopicamente, examinados para a obtenção de amostras para análise de DNA. Frequentemente, a identificação por penas depende do exame de semiplumas e de partes plumáceas (penugens) (Figura 1).



**Figura 1:** Topografia de uma pena de contorno (tetrizes) mostrando semiplumas e partes plumáceas (macias), bem como características microscópicas típicas (p.ex.: pigmento, nódulo) de bárbulas menores.

*Figure 1: Topography of a contour feather showing the pennaceous and plumulaceous (downy) parts of a feather and some typical microscopic characters (e.g., pigment, node) of the downy barbules.*

No acidente de Wiley Post, o biólogo do USDA que veri-

## Sampling

*Bird remains, such as whole feathers and large biological samples, usually are collected simply by picking or scraping the material off the aircraft. If whole birds or nearly complete carcasses are encountered, feathers are plucked (not cut) from the breast, wings, tail, and back of the bird. The feathers are then placed in marked zip-lock plastic bags. If the sample is too dry to be removed by scraping, 70% alcohol is sprayed on the area to loosen the materials before sampling or wiping. The alcohol helps prevent the growth of mold on the sample and is especially important to the success of DNA extraction. In cases where only blood or tissue is present, DNA samples can be collected using Whatman® FTA cards (Whatman International Ltd., Kent, U.K.).*

*Traditional morphological identifications of fragmented feathers are best done in a museum research collection where the remains of whole feathers or feather fragments can be properly cleaned (Laybourne and Dove 1994) and examined microscopically or sampled for DNA analysis. Feather identification often relies on examination of both the pennaceous and plumulaceous (downy) feather barbs (Figure 1).*



**Figura 2:** Biólogos do USDA (Phil Robinson, à esquerda, e Karen Duncan, à direita) coletando indícios no local do acidente da aeronave perto do Aeroporto de Wiley Post, Oklahoma. A cauda da aeronave (ao fundo) continha restos de aves (DNA e filamentos de plumagem) que foram importantíssimos para a identificação da espécie neste caso. (Foto, cortesia de Phil Robinson).

*Figure 2: USDA wildlife biologists (Phil Robinson, left, and Karen Duncan, right) collecting evidence at the scene of the airplane crash near Wiley Post Airport, Oklahoma. The tail section (background) of the aircraft contained bird remains (DNA and feather barbs) that were vital to the species identification in this case. (Photo courtesy Phil Robinson).*

*In the Wiley Post Airport case, the USDA wildlife biol-*

ficou o local do acidente em 6 de março (dois dias após o evento) reconheceu um padrão de “manchas de impacto” na cauda da aeronave (Figura 2) e, imediatamente, retirou amostras desta parte da aeronave utilizando cartões Whatman® FTA e seus coletores “tipo esponja”. As amostras iniciais foram retiradas, ainda no local do acidente, das partes inferior e superior do estabilizador horizontal direito, do lado direito do estabilizador vertical e do interior da carenagem direita.

Vinte e quatro lâminas microscópicas foram preparadas, de acordo com os métodos descritos por Dove (2000), e, aproximadamente, 100 amostras de DNA foram obtidas do total de amostras recolhidas em campo. Nas semanas seguintes, partes da cabine, do para-brisas e do motor foram encaminhadas ao Laboratório de Identificação de Penas do Smithsonian Institution, onde cada conjunto e cada peça foram examinados em busca de vestígios de aves. A última amostra foi coletada dos destroços em 1º de julho de 2008, nas instalações do NTSB em Washington, DC, em busca de vestígios de aves num pedaço do duto de entrada do motor direito.

Para a análise do DNA, foram feitas duas perfurações em cada cartão Whatman® FTA, que foram processados de acordo com as instruções de seu fabricante; foram processadas outras amostras diminutas de tecido que estavam presentes nos coletores “tipo esponja”, de acordo com os procedimentos de extração de tecido DNA usando o kit de extração de tecidos Qiagen DNeasy® para sangue e tecido (Qiagen Inc., Valencia, Calif.). Nós comparamos as sequências de DNA com o banco de dados do Barcode of Life Database (BoLD) conforme descrito por Dove et al. (2008).

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 IDENTIFICAÇÃO DE PENAS

Encontramos um pedaço de uma pena pequena de cor branca e sete filamentos de pena (três plumáceos e quatro semiplumas) associados às evidências do acidente de Wiley Post. O pedaço de pena branca foi recuperado por um investigador do NTSB a partir de material orgânico impregnado ao redor de um parafuso (rebite) de parte do material desintegrado do duto da entrada de ar do motor direito que sofreu a ação de fogo. Os biólogos do USDA coletaram no local do acidente diminutos filamentos de pena que foram grudados nos cartões Whatman® FTA e nos cotonetes utilizados para coletar material da aeronave. Os três filamentos plumáceos associados com os cotonetes continham caracteres microscópicos suficientes para uma possível identificação. Estas amostras foram coletadas na parte superior e inferior do estabilizador horizontal direito e lado direito do estabilizador vertical. As características microscópicas das três amostras de filamentos eram semelhantes entre si e incluíam filamentos não pigmentados com longas pontas e pequenas bárbulas na parte distal (Figura 3). Estes caracteres microscópicos são típicos de diversas espécies de aves que podem ocorrer em Oklahoma durante o mês deste acidente (abril), incluindo as seguintes ordens de aves: Gaviiformes (mabelhas), Podicipediformes

*ogist who inspected the crash site on March 6 (2 days after the event) recognized a splatter pattern on the tail section of the aircraft (Figure 2) and immediately sampled the area using Whatman® FTA cards and associated sponge applicators. Initial field samples were obtained from the top right horizontal stabilizer, bottom right horizontal stabilizer, right side of the vertical stabilizer, and the interior right cowling.*

*Twenty-four microscopic slides were made according to methods described in Dove (2000), and nearly 100 DNA samples were submitted from the total field samples. In subsequent weeks, items from the cockpit, windshield, and various areas of the engine were transferred to the Smithsonian's Feather Identification Lab where each package and part was examined for bird evidence. A final sampling event occurred on July 1, 2008, at the NTSB office in Washington, D.C., to search for bird material on a piece of the right engine's inlet duct.*

*For DNA analysis, we took 2 hole-punches from each Whatman® FTA card and processed them according to the manufacturer's instructions; we processed additional minute tissue samples from the sponge applicators according to DNA tissue extraction procedures using Qiagen DNeasy® Blood and Tissue Kit (Qiagen Inc., Valencia, Calif.). We compared the DNA sequences to the Barcode of Life Database (BoLD) as described in Dove et al. (2008).*

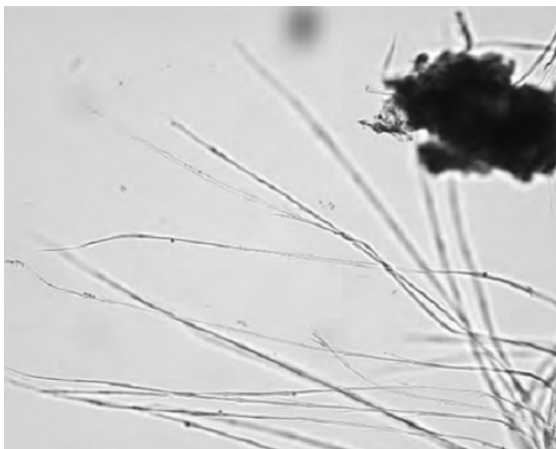
### Results

#### Feather identification

*We found a single portion of a small white feather and 7 feather barbs (3 downy barbs and 4 pennaceous barbs) associated with evidence in the Wiley Post Airport accident. The white, partial feather was retrieved by an NTSB investigator from material wrapped around a riveted bolt that was part of the disintegrated material from the burned right engine's inlet duct. The USDA wildlife biologists in the field at the time of the accident collected the minute feather barbs attached to the Whatman® FTA cards or included with the sponge applicators that were used to swab the aircraft. The 3 downy feather barbs associated with the sponge applicators contained microscopic characters sufficient for possible identification. These samples were collected from the aircraft's top right horizontal stabilizer, bottom right horizontal stabilizer, and right side of the vertical stabilizer. The microscopic characters of the 3 samples of downy barbs were similar to each other and included unpigmented barbs and short barbules with long prongs on the distal portion of the barbules (Figure 3) These microscopic characters are typical of several birds that could occur in Oklahoma during the month of this accident (April) and includes the avian Orders: Gaviiformes (loons), Podicipediformes (grebes), and Pelecaniformes*

(mergulhões), e Pelecaniformes (pelicanos, cormorões, etc.). Os suspeitos de terem colidido com a aeronave incluíam mobilhas-grandes (*Gavia immer*), mergulhões-de-pescoço-castanho (*Podiceps auritus*), mergulhões-de-pescoço-preto (*Podiceps nigricollis*), mergulhões-caçadores (*Podilymbus podiceps*), mergulhões-ocidentais (*Aechmophorus occidentalis*), corvos-marinhos-de-orelhas (*Phalacrocorax auritus*) e pelicanos-brancos-americanos (*Pelecanus erythrorhynchos*).

Devido ao fato de que os vestígios de plumagem eram muito pequenos, e os caracteres microscópicos eram semelhantes em muitas espécies, nós dependíamos da análise do DNA para orientar a identificação inicial. Os resultados da análise do DNA para identificação em colisões com aeronaves são normalmente obtidos em cerca de seis dias (Dove et al., 2008), mas neste caso prioritário obtivemos os resultados em quatro dias.



**Figura 3:** Fotomicrografia de uma amostra de pena (plumácea) coletada da cauda do Cessna Citation acidentado próximo ao Aeroporto de Wiley Post, Oklahoma. As características microscópicas diagnosticadas nesta amostra de filamentos de penas incluem bárbulas curtas com longas pontas distais.

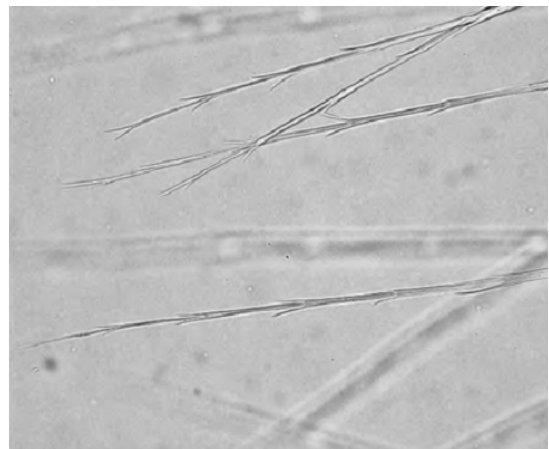
*Figure 3: Photomicrograph of a downy feather sample collected from the tail section of the Cessna Citation that crashed near Wiley Post Airport, Oklahoma. The diagnostic microscopic characters of the downy barbs in this sample include short barbules with long, distal prongs.*

Em 11 de março de 2008, obtivemos > 620 porções de pares de bases do gene citocromo oxidase 1 (CO1) do DNA mitocondrial de três das amostras iniciais de cartão do Whatman® FTA e de amostras de tecidos. Todas as três sequências combinaram com o banco de dados BoLD em >99% das sequências de biblioteca para o pelicano-branco-americano. As amostras de pelicano-branco-americano foram coletadas das partes superior e inferior direitas do estabilizador horizontal e do lado direito do estabilizador vertical. Não encontramos vestígios de penas ou DNA no interior da carenagem do motor.

O pedaço de pena branca e os filamentos de semiplumas coletados após o evento no Aeroporto de Wiley Post não serviram para a identificação microscópica de estruturas. Mas, o pedaço de pena confirmou que se tratava de ave desconhecida de cor branca, o que corrobora com o relato de uma testemunha ocular do acidente (Fros, 2008).

(pelicans, cormorants, etc.). From these Orders of birds, possible suspects included common loons (*Gavia immer*), horned grebes (*Podiceps auritus*), eared grebes (*P. nigricollis*), pied-billed grebes (*Podilymbus podiceps*), western grebes (*Aechmophorus occidentalis*), double-crested cormorants (*Phalacrocorax auritus*), and American white pelicans (*Pelecanus erythrorhynchos*).

*Because the feather evidence was minute, and the microscopic characters were similar to multiple species, we relied on the DNA analysis for initial identification guidance. DNA results usually can be obtained for bird-strike identifications in about 6 days (Dove et al. 2008), but in this priority case we obtained results in 4 days.*



**Figura 4:** Fotomicrografia dos filamentos de penas do pelicano-branco-americano (*Pelecanus erythrorhynchos*) mostrando a semelhança microscópica com a amostra desconhecida (Figura 3) do acidente de Wiley Post.

*Figure 4: Photomicrograph of downy barbs of American white pelican (*Pelecanus erythrorhynchos*) showing the microscopic similarity to the unknown sample (Figure 3) from the Wiley Post accident.*

*On March 11, 2008, we obtained >620 base-pair portions of mitochondrial DNA cytochrome oxidase 1 (CO1) from 3 of the initial Whatman® FTA card or tissue samples. All three of the sequences matched the BoLD database at >99% to the library sequences for American white pelican. Samples testing positive for American white pelican were taken from the aircraft's top right horizontal stabilizer, the bottom right horizontal stabilizer, and the right side of vertical stabilizer. We did not find feather or DNA evidence from the interior engine cowling.*

*The white, partial feather and the pennaceous feather barbs from the Wiley Post Airport event were not useful for microscopic identification. The white, partial feather confirmed that the unknown bird had white feathers, which supported 1 eyewitness account of the incident (Fros 2008).*

Depois que as amostras de DNA forneceram uma associação confiável com uma espécie, nós reexaminamos as estruturas microscópicas das bárbulas de penas deste acidente e confirmamos que as características existentes nas amostras de penas eram consistentes com o pelicano-branco-americano (Figura 4). A mobilha-grande e as várias espécies de mergulhões foram descartadas como prováveis envolvidos no acidente, pois estas espécies têm penas com pigmentos pontilhados nos internódulos das bárbulas. Nós descartamos os corvos-marinhos-de-orelhas porque as pontas distais de suas penas são, tipicamente, mais curtas e em menor número do que aquelas existentes na amostra do *Cessna*. Esta espécie também não possui penas brancas em sua plumagem nesta época do ano, o que não era consistente com o pedaço de pena branca de nossa amostra.

Não encontramos qualquer material de plumagem ou DNA de ave em nenhuma das amostras de materiais da cabine, do motor esquerdo, ou do para-brisas. Nós recolhemos fibras sintéticas, cabelo humano e fibras variadas de algumas das amostras. Não foi possível determinar se >1 indivíduo (ave) se envolveu no acidente, nem se o pedaço de pena branca recolhido do material do motor direito era do mesmo indivíduo (ave) atingido pela cauda da aeronave. Todas as amostras de penas, lâminas microscópicas e outros itens de evidência foram devolvidos ao investigador do NTSB em junho de 2008.

#### 4 DISCUSSÃO

Embora o processo de identificação seja semelhante em todos os eventos de colisão com ave, o número de amostras analisadas, a abrangência dos exames, o tempo dispendido e a comunicação interagências foram muito mais intensos e detalhados nesta investigação, já que >100 amostras foram analisadas. O conhecimento apropriado e o reconhecimento de várias fibras microscópicas (isto é, sintéticas, plantas, cabelo, etc.) foram vitais para o rápido processamento de material neste caso. Das centenas de lâminas microscópicas de amostras de DNA que foram examinadas neste acidente, encontramos apenas sete fragmentos de penas e três amostras de DNA viáveis de uma das maiores aves da América do Norte. O peso médio de um pelicano-branco-americano é de 7,5kg (Sibley, 2000). Esta ave é comumente encontrada em *Oklahoma* durante a primavera (Newell, 2006). Em 14 de março de 2008, o biólogo da USDA que auxiliou *in loco* na investigação observou 17 pelicanos-brancos no Lago Overholser, a menos de 2km do local do acidente. O pelicano-branco-americano é reconhecido como uma das 36 espécies na América do Norte com massa corporal acima dos requisitos de certificação, estabelecidos pela FAA, para a estrutura, o para-brisas e os motores de aeronaves (Dolbeer & Eschenfelder, 2003). O banco de dados de colisões do *Bird/Wildlife Aircraft Strike Hazard* (BASH) tem registros de 20 colisões com pelicanos-brancos-americanos, desde 1985, totalizando > 257 milhões de dólares em danos (E. LeBoeuf, Chefe do USAF-BASH, comunicação pessoal). Desde 2004, o banco de dados de colisões com fauna da FAA tem registros de cinco colisões com pelicanos-brancos-americanos, sendo que dois deles ocor-

*After the DNA samples provided a confident species match, we reexamined the microscopic structures of the downy barbules found in the Wiley Post Airport accident case and confirmed that the feather characters were consistent with those of American white pelican (Figure 4). We eliminated the common loon and various species of grebes because those species typically have stippled pigment in the internodes of the downy barbules. We eliminated double-crested cormorants because the distal downy prongs are typically shorter and fewer in number than those of the Cessna sample. That species also does not have white feathers in the plumage at that time of the year, which was inconsistent with the white, partial pennaceous feather in our sample.*

*We did not find any feather material or bird DNA in any of the samples from the cockpit materials, left engine, or windshield. We recovered additional synthetic fibers, human hair, and miscellaneous fibers from some of the samples. We were unable to determine if >1 bird was involved in this accident or if the white partial feather from the right engine material was the same bird that struck the tail section. All of the feather samples, microscope slides, and other items of evidence were returned to the NTSB investigator in June 2008.*

#### Discussion

*Although the identification process is similar in all bird-strike mishaps, the number of samples analyzed, comprehensive examination, time involved, and interagency communication was much more intensive and detailed for this investigation because >100 samples were analyzed in this case. Proper knowledge and recognition of various microscopic fibers (i.e., synthetic, plant, hair, etc.) were vital to the rapid processing of the material in this case. From the hundreds of microscope slides and DNA samples that we examined from this accident, we found only 7 feather fragments and 3 viable DNA samples from one of the largest birds in North America. The average weight of the American white pelican is 7.5 kg (Sibley 2000). The American white pelican is common during the spring in Oklahoma (Newell 2006). On March 14, 2008, the USDA staff biologist who assisted with the on-site investigation noted 17 white pelicans at Lake Overholser, <2 km from the crash site. The American white pelican has been recognized as one of the 36 species in North America with a body mass that exceeds the maximum bird mass standards established by the FAA that must be tested for airframes, windshields, and engines (Dolbeer and Eschenfelder 2003). The U.S. Air Force Bird-Animal Aircraft Strike Hazard (BASH) wildlife-strike database includes 20 mishaps involving American white pelicans since 1985, totaling >\$257 million in damages (E. LeBoeuf, USAF-BASH chief, personal communication).*

*The FAA Wildlife Strike database includes 5 American white pelican strikes since 2004 with two of those occurring in April 2008 in Colorado and Minnesota (S. Wright, FAA*

reram em abril de 2008 no Colorado e em Minnesota (S. Wright, Gerente do banco de dados de colisões com fauna da FAA, comunicação pessoal). Além disso, esta espécie está passando por um aumento populacional de 4,3% (taxa média anual) na América do Norte (Sauer et al., 2008), sendo previsto que represente maior risco para a aviação geral nas próximas décadas, com o crescente interesse por jatos muito leves (Dolbeer et al., 2008).

A comunicação das colisões com aves (fauna) e a identificação das espécies colididas são obrigatórias na USAF, enquanto a FAA recomenda tal ação com base na voluntariedade (Cleary & Dolbeer, 2005). Anualmente, na USAF, mais de 50% das aves atingidas são identificadas (E. LeBoeuf, Chefe do USAF-BASH, comunicação pessoal), ao passo que na aviação civil, a taxa estimada de identificação de espécies é de apenas 24% (Dolbeer & Wright, 2008). Os programas de gerenciamento de risco de fauna (PGRF) para reduzir tal problema dependem da identificação precisa das espécies como primeiro passo na prevenção. As técnicas e os métodos aqui descritos demonstram a capacidade de identificar espécies de aves a partir de vestígios diminutos, sendo esperado que isto venha a encorajar a comunidade aeronáutica a participar dos programas de redução de risco de fauna (BASH) que, em última análise, irão melhorar a segurança pela definição exata das espécies de aves que representam risco às aeronaves.

A análise detalhada do acidente no Aeroporto de Wiley Post e o cuidado tomado para coletar evidências no local do acidente foram vitais para o sucesso na identificação da espécie de ave envolvida neste evento. As equipes de investigação de acidentes precisam desenvolver protocolos para garantir que, existindo a possibilidade de que uma ave tenha contribuído para um acidente ou uma ocorrência com danos, os restos desta ave sejam procurados, identificados e recolhidos por biólogos familiarizados com o trabalho de coleta de evidências de colisões com aves (fauna).

Os avanços tecnológicos nas técnicas de DNA para a identificação de espécies atingidas por aeronaves (Dove et al., 2008) e a experiência acumulada ao longo de anos realizando exames microscópicos em fragmentos de penas permitiram 100% de confiabilidade na identificação da ave neste caso. Nós obtivemos seis amostras de plumagem e as três amostras de DNA a partir das evidências iniciais coletadas na cauda da aeronave, reforçando a importância de reconhecer os indícios (sinais) de material orgânico oriundo de colisões com aves no local do acidente/incidente e de coletar tais evidências imediatamente após o evento. A coleta apropriada feita em campo e a experiência do biólogo da USDA permitiram aos investigadores do NTSB e ao pessoal do Laboratório de Identificação de Penas do Smithsonian Institution sucesso na identificação da ave envolvida neste acidente.

## AGRADECIMENTOS

Ao pessoal do NTSB, M. Gallo (investigador de acidentes aeronáuticos), T. LeBarron (investigador-encarregado do acidente), e J. Hookey (especialista nacional de recursos) fo-

*Wildlife Strike Database manager, personal communication). Further, this species is experiencing population increases of 4.3% (mean annual rate) in North America (Sauer et al. 2008) and is predicted to present wildlife hazards to general aviation at smaller airports in the coming decades, as the interest in very light jets increases (Dolbeer et al. 2008).*

*The U.S. Air Force requires bird-strike report-ing and species identification, and the FAA recommends it on a voluntary basis (Cleary and Dolbeer 2005). Currently, the USAF obtains bird identifications in >50% of the total bird strikes annually (E. LeBoeuf, U.S. Air Force BASH chief, personal communication), whereas civil aviation estimates only a 24% bird identification rate (Dolbeer and Wright 2008). Management programs to reduce wildlife risks to aircraft depend on accurate species identification as the first step in prevention. The techniques and methods described here demonstrate the ability to identify bird species from minute evidence and will hopefully encourage aviation personnel to participate in BASH programs that will ultimately improve safety by defining our knowledge of the exact species of birds that are hazardous to aircraft.*

*The detailed analysis in the Wiley Post Airport mishap case and the care taken to collect evidence in the field and after the accident were vital to the successful identification of the bird species in this accident. Aviation accident investigation teams need to develop protocols to ensure that when a bird is suspected in a crash or damaging mishap, bird remains are searched for and properly collected by biologists familiar with bird-strike evidence recovery.*

*Advances in DNA technology for bird-strike identification (Dove et al. 2008) and the years of experience in microscopic examination of feather fragments allowed a 100% confidence level of success in bird identification for this case. We obtained six of the feather samples and all three of the DNA samples from the initial evidence collected from the tail of the aircraft, underscoring the importance of recognizing the signs of a bird strike in the field and of collecting the evidence immediately after the mishap. Proper field collecting and the experience of the USDA biologist allowed NTSB investigators and Smithsonian Institution's Feather Lab personnel to be instrumental in the successful bird identification in this case.*

## Acknowledgments

*National Transportation Safety Board employees M. Gallo (air safety investigator), T. LeBarron (investigator-in-charge), and J. Hookey (national resource specialist) were*



ram fundamentais para o êxito desta investigação. Graças à dedicação deles em longas horas e esforços extras na coleta de evidências, nós fomos capazes de ratificar todas as evidências e identificar com precisão a espécie de ave envolvida neste caso. O Centro Técnico William Hughes da FAA, Atlantic City, N.J., USA (Acordo nº DTFAC-03-X-90003), em cooperação com a equipe BASH do Centro de Segurança da USAF (Acordo nº F2KDAC707IG001) fornecem fundos para o Laboratório de Identificação de Penas do Smithsonian Institution, o que torna possível estes tipos de exames e a identificação de espécies. Nós estendemos um especial agradecimento a P. Robinson, biólogo da equipe de fauna (USDA/APHIS/WS) de Oklahoma City, Oklahoma, e a K. Duncan, bióloga da fauna (USDA/APHIS/WS) designada para o Aeroporto Will Rogers World, Oklahoma City, Oklahoma, por terem sido proativos e terem coletado de forma apropriada os indícios de material orgânico na aeronave, que foram vitais para a identificação da espécie envolvida neste acidente. Obrigado a S. Peurach, J. Hookey, e a P. Robinson pela edição e comentários feitos neste manuscrito. R. Dolbeer forneceu informações adicionais e revisões na primeira versão deste manuscrito.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### (no formato do artigo original)

- Brom, T. G. 1991. The diagnostic and phylogenetic significance of feather structures. Instituut voort Taxonomische Zoologische, Amsterdam, Netherlands
- Chandler, A. C. 1916. A study of feathers, with reference to their taxonomic significance. University of California Publications in Zoology 13:243–446.
- Cleary, E. C., and R. A. Dolbeer. 2005. Wildlife hazard management at airports: a manual for airport personnel. Second edition. Federal Aviation Administration, Office of Airport Safety and Standards, Washington, D.C., USA.
- Dale, L. A. 2009. Personal and corporate liability in the aftermath of bird strikes: a costly consideration. *Human–Wildlife Conflicts* 3:216–225.
- Dolbeer, R. A., M. J. Begier, and S. E. Wright. 2008. Animal ambush: the challenge of managing wildlife hazards at general aviation airports. Proceedings of the corporate aviation safety seminar, Palm Harbor, Florida. Flight Safety Foundation, Alexandria, Virginia, USA.
- Dolbeer, R. A., and P. Eschenfelder. 2003. Amplified bird-strike risks related to population increases of large birds in North America. International Bird Strike Committee, Warsaw, Poland.
- Dolbeer, R. A., and S. E. Wright. 2008. Wildlife-strikes to civil aircraft in the United States, 1990–2007. U. S. Department of Transportation Serial Report 14, Federal Aviation Administration, Washington, D.C., USA.
- Dolbeer, R. A., and S. E. Wright. 2009. Safety management systems: how useful will the FAA National Wildlife Strike Database be? *Human–Wildlife Conflicts* 3:167–178.
- vital in the successful investigation of this accident. Thanks to their dedication, long hours, and extra efforts in gathering evidence, we were able to confidently corroborate all of the evidence and accurately identify the bird species in this case. The FAA William Hughes Technical Center, Atlantic City, N.J., USA (agreement DTFAC-03-X-90003), in cooperation with the U.S. Air Force Safety Center (HQ AFSC/SEFW) BASH team (agreement F2KDAC707IG001) provides funding for the Smithsonian Institution's Feather Identification Lab, which makes these types of detailed examinations and identifications possible. We extend a special thanks to P. Robinson, staff wildlife biologist (USDA/APHIS/WS) Oklahoma City, Oklahoma, and K. Duncan, wildlife biologists (USDA/APHIS/WS) assigned to Will Rogers World Airport, Oklahoma City, Oklahoma, for being proactive and properly collecting the bird-strike remains that were vital to the identification in this case. Thanks to S. Peurach, J. Hookey, and P. Robinson for edits and comments on this manuscript. R. Dolbeer provided additional information and revisions to an early version of this manuscript.*
- Dove, C. J. 1997. Quantification of microscopic feather characters used in the identification of North American plovers. *Condor* 99:47–57.
- Dove, C. J. 2000. A descriptive and phylogenetic analysis of plumulaceous feather characters in Charadriiformes. *Ornithological Monographs* 51, American Ornithologists' Union, McLean, Virginia, USA.
- Dove, C. J., and A. Agreda. 2007. Differences in plumulaceous feather characters of dabbling and diving ducks. *Condor* 109:192–199.
- Dove, C. J., N. C. Rotzel, M. Heacker, and L. A. Weigt. 2008. Using DNA barcodes to identify species involved in bird strikes. *Journal of Wildlife Management* 72:1231–1236.
- Dunning, J. B., Jr., editor. 2008. *CRC handbook of avian body masses*. Second edition. CRC, New York, New York, USA.
- FAA. 2009. Airport wildlife hazard mitigation home page, <[http://wildlifemitigation.tc.faa.gov/public\\_html/index.htm](http://wildlifemitigation.tc.faa.gov/public_html/index.htm)>, Federal Aviation Administration. Accessed February 5, 2009.
- Fros, A. 2008. Bird expert may offer only clue in city plane crash mystery. *The Oklahoman*, March 13, 2008. Oklahoma City, Oklahoma, USA.
- Knopf, F. L., and R. M. Evans. 2004. American white pelican (*Pelecanus erythrorhynchos*) in A. Poole, editor. *Birds of North America* online <<http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/057>> doi:10.3173/bna.57, Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, New York, USA. Accessed February 6, 2009.
- Laybourne, R. C., and C. J. Dove. 1994. Preparation of bird-strike remains for identification. Pages 531–534 in *Proceedings of the Bird-strike Committee Meeting, August 29–September 2, 1994, Vienna, Austria*.

- Newell, J. G. 1984. Central Oklahoma bird checklist. Revised 2006. Oklahoma City Audubon Society Bird Records Committee, Oklahoma City, Oklahoma, USA.
- Professional Pilot News. 2008. Five perish in Cessna Citation crash in Oklahoma, March 10, <[http://propilotnews.com/2008/03\\_five-perish-in-cessna-citation-crash-in.html](http://propilotnews.com/2008/03_five-perish-in-cessna-citation-crash-in.html)>. Accessed February 6, 2009.
- Rajaram, A. 2002. Barbule structure of bird feathers. *Journal of Bombay Natural History Society* 99:250–257.
- Sauer, J. R., J. E. Hines, and J. Fallon. 2008. North American breeding bird survey, results and analysis, 1966–2007. Patuxent Wildlife Research Center, Laurel, Maryland, USA.
- Sibley, D. A. 2000. Sibley guide to birds. National Audubon Society, Chanticleer Inc., New York, New York, USA. 337.