

# EVOLUÇÃO DO RISCO AVIÁRIO NO BRASIL ENTRE 2006 E 2010: ESTATÍSTICAS E PROBABILIDADES

Francisco José de Azevedo Morais <sup>1</sup>

Artigo submetido em: 07/03/2012

Aceito para publicação em: 10/05/2012

**RESUMO:** O contexto atual da aviação requer constante evolução de métodos e técnicas capazes de produzir sistemas, equipamentos e ações de gerência que possam mitigar o risco de acidentes ou incidentes. A possibilidade de colisão com aves nas diversas altitudes e fases de voos é presente e necessita de quantificação, para que medidas preventivas ou corretivas sejam postas em prática. Nesse contexto, tomando como base as estatísticas do Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos do Brasil, CENIPA, este trabalho identifica o cenário estatístico do Risco Aviário neste país, calcula as probabilidades de colisão em alturas e fases de voo específicas, no espaço aéreo brasileiro, e apresenta conclusões e recomendações.

**Palavras chaves:** Colisão com aves. Estatística. Quantificação.

## 1. INTRODUÇÃO

A abordagem quantitativa do Perigo Aviário é assunto atual e de relevante significado. Segundo Anagnostopoulos *et al.* (2003), o risco de colisões com aves vem aumentando e o controle da fauna nos arredores de um aeroporto torna-se importante para reduzir a tendência ascendente do fenômeno em tela.

Assim, a análise dos dados estatísticos das ocorrências, a definição dos fatores contribuintes e a utilização de matrizes analíticas são ferramentas utilizadas para medir o risco e desenhar programas de gerenciamento que possibilitem a mitigação do problema.

Não obstante os dados estatísticos, a preocupação com o fenômeno se justifica pelo fato de vidas terem sido ceifadas e equipamentos perdidos em acidentes, cuja causa principal foi a presença de aves no aeroporto.

A Federal Aviation Administration (2009) destacou dois acidentes em seu Wildlife Strikes to Civil Aircraft In the United States, from 1990 to 2008: um foi o do Cessna 500 Citation, ocorrido em *Oklahoma City*, em 4 de março de 2008. A aeronave, após a decolagem, colidiu com um pelicano (*Pelecanus sp.*), perdeu o controle e caiu, matando os cinco ocupantes; o outro acidente, aconteceu em 15 de janeiro de 2009, com o voo 1549 da US Airways, que pousou no Rio Hudson, após sofrer apagamento dos dois motores, em decorrência da colisão com aves, no início da subida. Neste caso, apenas a aeronave foi perdida.

Neste contexto, este trabalho aborda e quantifica aspectos relacionados à altura das colisões, à fase do voo, à espécie de ave envolvida e à parte da aeronave atingida, de forma a delinear um quadro geral do fenômeno em foco no Brasil

A análise se baseou em 3300 colisões oriundas das estatísticas do Centro de

---

<sup>1</sup> Major aviador da FAB, Gerente do Programa de Risco Aviário do CENIPA, Possui Mestrado em Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade Continuada (MP-Safety) no Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA). [morais\\_gte@yahoo.com.br](mailto:morais_gte@yahoo.com.br)

Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos – CENIPA (BRASIL, 2011a), no período entre 2006 e 2010, das quais 61 (sessenta e uma) foram excluídas, por se tratarem de colisões com animais da fauna terrestre ou morcegos, restando 3239 eventos válidos para o estudo em tela.

Também foram considerados os reportes de movimentos de pousos, decolagens e toque/arremetida do Departamento de Controle do Espaço Aéreo – DECEA (BRASIL, 2011b).

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 PROBABILIDADE

Para Fernandes (1999), o fundamental em probabilidade é a noção de experiência aleatória. Uma experiência aleatória é um processo que, numa dada tentativa, tem como resultado um de vários valores possíveis.

Bussab e Morettin (2004) afirmam que a distribuição de frequências é uma ferramenta importante para a avaliação de um fenômeno aleatório. As frequências são estimativas da probabilidade de ocorrência de um evento.

Já Ericson (2005) diz que a probabilidade de falha de um componente é dada pela seguinte Equação:

$$P = 1 - e^{-\lambda T} \quad (1)$$

Onde,

- $\lambda$  é a taxa de falha;
- $T$  é o tempo de exposição.
- $e$  é uma constante.

Ericson (2005) também afirma que, se  $\lambda T < 0.001$ , então:

$$P = \lambda \cdot T \quad (2)$$

Para o cálculo da probabilidade do risco aviário ( $P_c$ ),  $\lambda$  será o número de colisões no período ( $C_p$ ), dividido pelo número de movimentos de aeronaves no mesmo período ( $M_a$ ).  $T$  será a o tempo de exposição, ou quantos movimentos uma aeronave específica fará no aeroporto avaliado.

Assim, a Equação 3 exprime a probabilidade de colisão com aves ( $P_c$ ) proposta por este trabalho.

$$P_c = \frac{C_p \cdot T}{M_a} \quad (3)$$

## 3 ESPAÇO AMOSTRAL

Bussab e Moretti (2004) afirmam que, no espaço amostral contínuo, a ocorrência de um resultado, dentro de certo intervalo de interesse, é definida como evento ou acontecimento. Assim, os eventos desta pesquisa estão relacionados às colisões que ocorreram durante os movimentos de pouso, decolagens e toque e arremetida das aeronaves.

A análise das 3239 colisões com aves, no período entre 2006 e 2010, possibilitou concluir que 2874 foram em 104 aeroportos controlados, 81 ocorrências em 51 campos de pouso não controlados e, em 284 eventos, o aeroporto não foi identificado.

Os reportes de colisões com aves no Brasil, no período estudado, foram concentrados em 155 aeroportos. Estes representam 20,83% de um total de 744 aeródromos brasileiros registrados na Publicação Auxiliar de Rotas Aéreas – ROTAER (BRASIL, 1999).

A pesquisa dos dados do DECEA mostrou que houve 13.898.165 movimentos aéreos registrados no período de 2006 a 2010, sendo 6.145,706 pousos, 7.224,976 decolagens e 527.483 toques e arremetidas.

#### **4 ALTURA DAS COLISÕES**

No total de 3239 eventos, apenas 1195 apresentaram a altitude identificada. Assim, as porcentagens relacionadas aos níveis em que aconteceram as colisões foram calculadas com base nos eventos em que a altura foi identificada.

A maioria das colisões, 70,29%, nas quais a altura do choque foi identificada, ocorreu até 500ft (152m) de altura. Entre zero e 3000ft (914m), ocorreram 92,46% das colisões avaliadas

A colisão de aves com aeronaves em voo de cruzeiro é rara. Não se pode inferir, contudo, que os danos decorrentes de uma colisão a grandes altitudes são menos significativos, pois as velocidades são maiores e, por definição, a força do impacto é maior.

Considerando as colisões entre 10.001ft (3.048m) e 36.000ft (10.843m), e que a maioria dos voos de cruzeiro acontece nessa altitude, verificou-se que 0,59% das ocorrências situam-se nesta faixa de altura.

A (Tabela 1). apresenta a contribuição das colisões em cada faixa de altura, onde a coluna “Participação no total” refere-se da porcentagem de contribuição de cada faixa no total de colisões

TABELA 1 - Altura das colisões no Brasil, entre 2006 e 2010, baseado em dados dos relatórios do CENIPA e do DECEA.

ALTURA (ft)	QUANTIDADE	PARTICIPAÇÃO NO TOTAL(%)	ACUMULADA(%)
0-100	604	50,54	50,54
101-500	236	19,75	70,29
501-1500	183	15,31	85,60
1501-3000	82	6,86	92,46
3001-10000	83	6,95	99,41
10001-36000	7	0,59	100
>36000	0,0	0,0	100
Total	1195		

## 5 FASE DO VOO

A fase de voo é muito importante para a definição de medidas corretivas do perigo aviário. Estudos feitos no Reino Unido, que levaram em consideração eventos ocorridos por fase de voo durante 25 anos, concluíram que o risco aviário situa-se numa faixa de probabilidade de ocorrência entre  $1 \times 10^{-5}$  e  $1 \times 10^{-6}$  (ROCHARD, 2000).

Analisando-se os dados relativos aos movimentos e às colisões, no período entre 2006 e 2010, no Brasil, observou-se 13.898.165 movimentos de pousos, decolagens e toques/arremetidas e 3239 colisões. Destas, foram retiradas 228 ocorrências onde a fase de voo não foi identificada, encontrando-se 3011 colisões.

O total de movimentos no mesmo período, de acordo com as informações do DECEA, está distribuído da seguinte forma: 6.145,706 pousos; 7.224,976 decolagens; e 527.483 toques e arremetidas.

Para o cálculo do valor da probabilidade, foram utilizadas as seguintes premissas:

- 1 Pouso: movimentos de pousos somados à metade dos movimentos de toque/arremetida;
- 2 Decolagem: movimentos de decolagens somados à metade dos movimentos de toque/arremetida;
- 3 Aproximação final: movimentos de pousos somados à metade dos movimentos de toque/arremetida;
- 4 Subida: movimentos de decolagens somados à metade dos movimentos de toque/arremetida;
- 5 Descida: movimentos de pousos;
- 6 Táxi: somatório dos movimentos de pousos e decolagens;
- 7 Cruzeiro: somatório de movimentos de pousos e decolagens;
- 8 Tráfego: movimentos de toque/arremetida.

Assim, a Tabela 2 apresenta as fases de voo e as probabilidades de se colidir com uma ave em cada movimento.

TABELA 2- Probabilidade de colisão por fase de voo, de 2006 e 2010, baseado em dados dos relatórios do CENIPA e do DECEA.

FASE DO VOO	COLISÕES	MOVIMENTOS	PROBABILIDADE
Pouso	1234	6.409,448	$19,3 \times 10^{-5}$
Decolagem	834	7.488,718	$11,1 \times 10^{-5}$
Tráfego	49	527.483	$9,3 \times 10^{-5}$
Aproximação final	503	6.409,448	$7,8 \times 10^{-5}$
Subida	107	7.488,718	$1,4 \times 10^{-5}$
Descida	78	6.145,706	$1,3 \times 10^{-5}$
Táxi	53	13.898,166	$0,4 \times 10^{-5}$
Cruzeiro	51	13.370,682	$0,4 \times 10^{-5}$
Total	3011	13.898,165	

## 6 ESPÉCIES DE AVES ENVOLVIDAS

Para Allan (2000), a identificação exata da espécie de ave envolvida em um incidente é muito importante, pois possibilita definir características físicas e comportamentais diferentes que podem contribuir para os danos em uma aeronave.

No estudo foi identificado que :

1 A espécie de ave não foi identificada em 54,33% do total das colisões; ou seja, 1793 colisões;

2 Os incidentes com morcegos e fauna terrestre participaram com 1,84% do total, 61 eventos;

3 Restaram 1446 colisões, 43,82% do total, válidas para o cálculo das porcentagens de participação das espécies;

4 Juntas, 33 tipos de aves contribuíram com as 1446 colisões. Dentre elas, as que mais se destacaram foram: os quero-queros, com 422 eventos - 29,18%; os urubus, com 378 eventos - 26,14%; os carcarás, com 124 eventos - 8,57%; as corujas, com 122 eventos - 8,44%; os gaviões em geral, com 80 eventos - 5,53%; e os pombos, com 66 eventos - 4,56%. Estas seis aves representam 18,18% do total de tipos de aves e contribuíram com 82,42% das ocorrências no período avaliado.

Os valores encontrados apontam para uma curva 20/80, análise de Pareto (JEVONS, 1996), e o Gráfico 1 mostra a distribuição geral de Pareto das aves e a contribuição de cada uma.

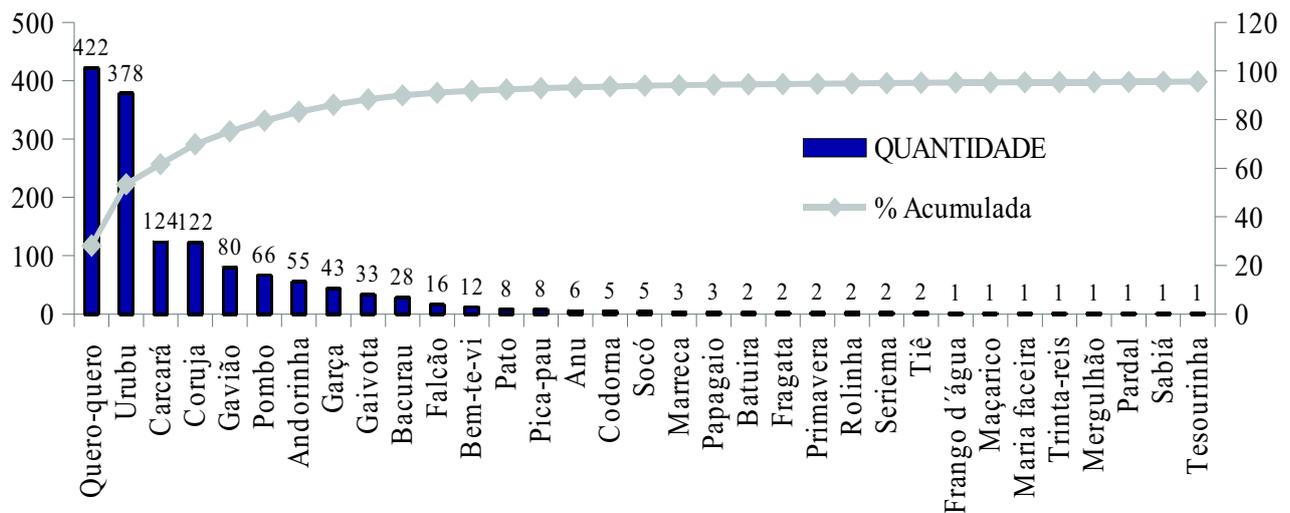


GRÁFICO 1 - Distribuição de Pareto para as aves e sua contribuição em colisões no Brasil, entre 2006 e 2010.

## 7 PARTES DA AERONAVE ATINGIDAS

Para o Australian Transport Safety Bureau- ATSB (2008), a identificação das partes das aeronaves atingidas é importante, pois se pode prever onde a certificação deve ser mais restritiva, ou qual a vulnerabilidade do equipamento operado.

Os dados revelaram que, no período estudado, os motores sofreram 22,54% dos impactos, as asas – 11,73%, a fuselagem, revestimento externo da aeronave - 10,76%, os para-brisas- 9,36% e o radome, parte do nariz do avião que protege o radar - 7,73%. Estas e outras partes estão descritas na Tabela 3.

TABELA 3 - Partes das aeronaves atingidas, baseado em dados dos relatórios do CENIPA e do DECEA.

Parte atingida	Nº colisões	% do total
Motor	744	22,54
Asa/Rotor	387	11,73
Fuselagem	355	10,76
Para-brisas	309	9,36
Radome	255	7,73
Trem de pouso	219	6,64
Nariz	114	3,45
Hélice	56	1,70
Cauda	43	1,3
Outros e não identificado	757	24,79
Total geral	3239	100

## 8 DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Os dados utilizados para este estudo são limitados, por três fatores: o critério subjetivo dos reportes, a ausência do número de movimentos dos aeródromos não controlados e a insuficiência de detalhes nos reportes.

O critério subjetivo das informações influencia negativamente os dados, e diminui o número de reportes disponíveis para o estudo.

A ausência do número de movimentos, em alguns aeroportos, influenciou as estatísticas no sentido de não disponibilizar dados de pousos e decolagens das localidades. Esses reportes são importantes para a avaliação das probabilidades e dos índices de colisão na localidade, além de influenciar os dados totais do Brasil.

Por fim, a insuficiência de detalhes encontrada em alguns reportes, principalmente no que se refere ao tipo de ave, à parte atingida da aeronave e ao valor dos danos decorrentes dos incidentes, também influenciou o cômputo final das probabilidades calculadas.

Para Rochard (2000), as melhores práticas mitigadoras do risco aviário colocam o índice de colisão entre 4 e 6 colisões para cada 10.000 movimentos.

Neste estudo, considerando-se 3239 colisões com aves no período, excluídas 61 colisões com fauna terrestre, e 13.898,165 movimentos, pode-se concluir que, no Brasil, houve 2,33 colisões, para cada 10.000 movimentos. O que indica que as práticas mitigadoras, de maneira geral, estão boas.

Mesmo assim, não se pode deixar de observar que a maioria das colisões ocorreu nas fases mais críticas do voo - aproximação para pouso, pouso e decolagem. Nessa condição, a aeronave está em velocidade mais baixa, com dispositivos hypersustentadores ativados e capacidade de manobra reduzida. Mesmo que a baixa velocidade minimize os danos do impacto de uma ave, a possibilidade de ingestão de aves pelos motores é duas vezes maior do que o choque contra outra parte da aeronave.

Um dado importante observado na pesquisa foi sobre espécie de ave. Seis espécies de aves: quero-queros, urubus, carcarás, corujas, gaviões e pombos representam aproximadamente 20% do total de aves envolvidas em incidentes e contribuíram com pouco mais de 80% das ocorrências no período avaliado.

Para Costa (1985), com exceção do pombo, e do próprio quero-quero, todas as outras quatro aves citadas estão entre os predadores do quero-quero, comendo seus ovos e filhotes. Como o quero-quero foi a espécie que mais contribuiu para as colisões

com aeronaves, fica a possibilidade de ser ele um dos fatores de atração de outras aves para os arredores das pistas de pouso, ainda consideradas como área patrimonial do aeroporto.

Por fim, observou-se que há um perigo para os operadores de aeronaves que não possuem certificação contra colisões com ave: das dez partes que mais sofreram impactos, duas são itens críticos de uma aeronave : os para-brisas, pela possibilidade de os pilotos serem atingidos em uma colisão frontal, e os motores que podem parar de funcionar ao ingerir uma ave.

Assim, a contribuição deste trabalho se fez à medida que foi disponibilizada uma base estatística que pode vir a ser empregada em estudos futuros para a adoção de medidas mitigadoras do risco aviário no Brasil, bem como orientar os operadores de aeronaves na construção da doutrina de emprego de cada equipamento, de sorte que o risco de colisões com aves seja diminuído.

## 9 AGRADECIMENTOS

A todos os autores e leitores da Revista Conexão SIPAER pelo comprometimento com a prevenção de acidentes aeronáuticos e ao CENIPA, incentivo à divulgação de pesquisas na área.

### EVOLUTION OF BIRD RISK RISK IN BRAZIL, BETWEEN 2006 AND 2010: STATISTICS AND PROBABILITIES

**ABSTRACT:** The present context of civil aviation requires methods and techniques capable of design, equipment and management actions which could mitigate the risk of accidents or incidents. The possibility of a collision with birds in different altitudes and phases of flight is present and needs quantification, for which corrective or preventive measures are put into practice. In this context, this work, taking statistics basis from the Brazilian Aeronautical Accident Investigation and Prevention Center (CENIPA), quantifies the scenario in this country, calculates the odds of collision in heights and specific phases of flight in the Brazilian airspace, and presents conclusions and recommendations.

**Keywords:** Bird Strike. Statistic. Quantification.

## REFERÊNCIAS

ANAGNOSTOPOULOS, A. et. al. Risk Assessment Model: a case study Hellenic Airports. In: INTERNATIONAL BIRD STRIKE COMMITTEE, 26. , 2003, Warsaw. **Proceedings...** Warsaw, 2003. Disponível em: [http://www.intbirdstrike.org/Warsaw\\_Papers/IBSC26%20WPAV1.pdf](http://www.intbirdstrike.org/Warsaw_Papers/IBSC26%20WPAV1.pdf). Acesso em: 20 nov. 2011

ALLAN, J. R. A protocol for bird strike risk assessment at airports. In: INTERNATIONAL BIRD STRIKE COMMITTEE, 25., 2000, Amsterdam. **Proceedings...** Amsterdam, 2000.

AUSTRALIAN TRANSPORT SAFETY BUREAU. **An analysis of australian birdstrike Occurrences:2002 to 2006**. Aviation Research and Analysis Report 2008. Disponível em: <http://www.ecosure.com.au/uploads/documents/airport/ATSB2002-2006Report.pdf> . Acesso em: 31 ago. 2010.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **Dados totais de colisões com aves no período de 2006 a 2010**. Brasília: CENIPA, 2011a.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **Evolução do movimento em aeródromo e no Brasil, no período de 2004 a 2010**. Rio de Janeiro: DECEA, 2011b.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Instituto de Cartografia Aeronáutica. **Publicação Auxiliar de Rotas Aéreas**. 3. ed. Rio de Janeiro: ICA, 1999.

BUSSAB,W. O.; MORETTIN, P. A. **Estatística básica**. 5. Ed. São Paulo: Saraiva, 2004.

COSTA, L. C. M. **Aspectos comportamentais de Vanellus chilensis (Wagler, 1827) (Aves, Charadriiformes) em Curitiba**.1985. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1985.

ERICSON, C. A. **Harzard Analysis Techniques for system safety**. New Jersey: Jonh Wiley & Sons. 2005.

ESTADOS UNIDOS. Federal Aviation Administration. **Wildlife Strikes to Civil Aircraft In the United States from 1990 to 2008**. Serial Report Number 15. Washington: FAA, 2009

FERNANDES, M.G.P. **Estatística Aplicada**. Universidade do Ninho: Braga, 1999.

ROCHARD, BARON. The UK Civil Aviation Authority's Approach to Bird Hazard Risk Assessment. In: INTERNATIONAL BIRD STRIKE COMMITTEE, 25., 2000, Amsterdan. **Proceedings...** Amsterdam, 2000.

JEVONS, W.S. **A Teoria da Economia Política**. São Paulo, Editora Nova Cultural, 1996.