



Parte B - Ota

15. ANÁLISE DOS FACTORES DE RISCO CONDICIONADO DE COLISÃO DE AERONAVES COM AVES PARA A LOCALIZAÇÃO DO NA NA OTA

15.1. Introdução

A necessidade de realização de um estudo sobre o risco condicionado à altitude de vôo, e ao tipo de uso de solo, de colisão de aeronaves com fauna, justifica-se pelos seguintes aspectos:

- Tipo de projecto em análise - implantação de um aeroporto.
- Tipo de área em causa - Ota - que se situa na proximidade de zonas de grande concentração de fauna.
- Tipo de fauna, em particular de avifauna, associada aos diferentes tipos de uso de solo praticado nestas zonas.
- Risco que algumas das espécies animais presentes podem colocar à segurança do transporte aéreo.

15.1.1. Avaliação do Risco

Os acidentes resultantes da colisão de aeronaves com aves representam um perigo real para a aviação (eg. Richardson, 1996; Curtis, 1997a). Segundo a Federal American Administration - FAA, registaram-se, entre 1992 - 96 nos EUA, uma média anual de 2 251 colisões de aeronaves com aves, que resultaram em 368 acidentes, apenas para a aviação civil. O custo médio dos estragos ocasionados foi de 7687 milhões de US dólares / ano (Cleary et al., 1997).

Estimativas efectuadas apenas para as linhas aéreas europeias, e referentes à década de 80, indicam que teriam sido ocasionados prejuízos no montante de 14 milhões de US dolares / ano (Thorpe, 1988). No entanto, a severidade dos estragos causados tem aumentado com o desenvolvimento de aeronaves mais rápidas (Blockpoel, 1976; Thorpe, 1988).

As estatísticas existentes para o Reino Unido, apenas para a aviação civil, registaram, entre 1986 e 1990, um total de 1 393 colisões de aeronaves com aves, 10 % das quais provocaram estragos (Milsom e Horton, 1991). Quanto ao risco de ocorrência de acidentes fatais, causados por aves, este foi calculado em 0.33 / 1 milhão de ATM's (Movimentos de Transporte Aéreo) para o Reino Unido, enquanto que o risco de colisão seria de 0.78 / 1 milhão de ATM's.

Porém, o mesmo estudo estimou que, para a zona do aeroporto de Manchester, o risco de colisões com aves aumentaria 300 vezes, caso a aproximação às pistas se realizasse sobrevoando uma lagoa próxima, onde



existe uma população nidificante de 15 000 gaivotas (Report on the Manchester Airport Runway 2, 1994-95).

As espécies de aves consideradas como colocando riscos mais sérios à aviação são:

- as de maiores dimensões;
- as que se deslocam em bandos (Milsom e Horton, 1991).

Assim, a nível mundial, 37 % dos prejuízos resultantes de colisões foram devidos a aves aquáticas, exceptuando gaivotas, as quais causaram 8 % do total dos danos. Para o Reino Unido, destacam-se igualmente as aves aquáticas, que ocasionaram cerca de 22. % das colisões, sendo porém as gaivotas responsáveis por 35.5 % das mesmas; seguem-se as Columbidae, que causaram 7.1 % dos incidentes (Milsom e Horton, 1991).

Na Tabela 15.1 do Anexo 15.1 e nas Tabelas 15.2 a 15.5 do Anexo 15.2 resumem-se algumas das estatísticas mais importantes relativas a este tipo de colisões.

15.1.2. Situação em Portugal

Não existem estatísticas completas disponíveis, relativamente a colisões de aeronaves com aves ocorridas em Portugal. Estão porém a ser conjugados esforços, pela Direcção Geral de Aviação Civil / Gabinete de Prevenção e Segurança Aeronáuticas, bem assim pelo Estado Maior da Força Aérea, Gabinete de Segurança de Vôo, no sentido de, futuramente, virem a ser registados todos os incidentes ocorridos com aeronaves nacionais (comunicação pessoal Coronel / PILAV Figueira, EMFA / GSV, Engenheiro F. F. Serra, DGAC/GPS, Coronel / PILAV J. Mendes de Oliveira, CFFA da Ota). Assim, não é possível calcular a probabilidade de ocorrência deste tipo de acidentes para Portugal, nos moldes efectuados por Curtis (1997b).

Na Tabela 15.7 constante do Anexo 15.4, regista-se o número de colisões de aeronaves com aves, ocorridas em Portugal entre 1985 e 1997 (Serra, 1998). Verifica-se, por exemplo, que durante o 1º semestre de 1998 foram registadas 13 colisões. Porém, estes valores referem-se apenas às colisões que foram reportadas ao INAC (Instituto Nacional de Aviação Civil), ou ao ICAO. Note-se que a grande disparidade observada, quer entre anos, quer para o mesmo ano, relativamente aos registos feitos pelas duas Organizações, é reveladora da existência de omissões sérias na comunicação dos incidentes.

Ocorre no aeroporto de Lisboa o maior número de colisões com aves, relativamente à aviação civil, sendo essencialmente provocadas por gaivotas e Columbidae (comunicação pessoal: Engenheiro F. F. Serra, DGAC/GPS e Coronel/PILAV Figueiredo, EMFA/GSV). Em Portugal, as espécies que colocam maiores riscos à aviação são as migradoras, porque se deslocam geralmente em bando, e também as aves de grandes dimensões.

Dados fornecidos pelo ICN, relativamente a apenas alguns registos de colisões ocorridas em Portugal, entre 1981 e 1997, revelam que 30 % foram causadas por aves migradoras associadas a habitats aquáticos, 30 % por Columbidae (pombos), 30% por gaivotas e 10 % por outras aves Tabela 15.8 do Anexo 15.5 (ICN, dados não publicados, fornecidos por R. Rufino e R. Neves).

15.1.3. Caracterização da avifauna relativamente aos riscos associados a operações aeronáuticas



15.1.3.1. Aves migradoras

Julgava-se anteriormente que as aves migradoras tenderiam a seguir linhas de orientação, por exemplo grandes rios, linhas de costa, contornos de desertos, entre outras, e que voariam sobre elas, em corredores estreitos (narrow paths). Sabe-se hoje porém que, pelo contrário, as aves migradoras se deslocam geralmente em frentes amplas, e só raramente afunilam para canais de vôo estreitos. Em particular aves de grandes dimensões, como cegonhas, rapinas e grous, cruzam geralmente o Sahara e o Mediterrâneo em frentes amplas, escolhendo rotas bastante directas, entre os pontos de partida e chegada (Welty e Baptista, 1988).

Na Primavera e Outono, cerca de 50 % das aves migradoras voam a uma altitude compreendida entre o nível do solo e os 1 650 m; destas, cerca de metade, deslocam-se na faixa entre 165 m e 330 m (Blokpoel, 1976). As altitudes de vôo, em particular para as aves migradoras, dependem em parte da orografia do terreno. Assim em zonas acidentadas as aves com frequência contornam os obstáculos existentes, como por exemplo elevações, enquanto que, em zonas planas, tem tendência a voar segundo rotas mais directas (Welty e Baptista, 1988).

As rotas de migração entre a Europa e África não são conhecidas com exactidão (Finlayson, 1998). Porém, na Primavera e Outono, as populações de migradoras atingem, no Estuário do Tejo, efectivos que podem ultrapassar os 150 000 indivíduos (Antunes Dias, 1998). Parte das aves migradoras terminam neste estuário a sua deslocação.

15.1.3.2. Aves associadas a actividades antropogénicas

Em particular as aves associadas a actividades antropogénicas, como as gaivotas, os pombos e as garças, colocam riscos importantes para a aviação. Os efectivos populacionais das gaivotas aumentam com a intensificação das actividades antropogénicas, como resultado da omnivoria e plasticidade alimentar destas espécies. Assim a urbanização acarreta inevitavelmente um aumento da concentração de resíduos sólidos, os quais constituem uma fonte preferencial de alimentação para estas espécies. As gaivotas são boas planadoras, porém não têm velocidade de aceleração, que lhes permita desviar-se de uma aeronave em aproximação. Além disso deslocam-se geralmente em bandos, que tentam ultrapassar as aeronaves (Blockpoel, 1976).

Os pombos constituem também um grupo de risco, não só pelo seu comportamento de vôo, em bandos, mas também pelo facto de estarem muitas vezes anilhados. Caso a anilha seja metálica, podem dar origem a danos agravados quando ingeridos por um motor de uma aeronave (Blockpoel, 1976). As garças são aves de grande porte e de vôo lento, que têm causado sérios problemas em aeroportos, tais como o de Schiphol (Holanda) e o de Kloten (Suiça) (Blockpoel, 1976). Em Portugal, dentro desta Família de aves, sobressaiem as garças boeiras, que beneficiam largamente da actividade humana, encontrando-se particularmente associadas à criação de gado bovino.

15.1.4. Riscos associados aos tipos de uso do solo

De acordo com recomendações apresentadas na FAA/Advisory Circular #150/5200-33 (www.FAA.gov/arp/150acs.htm) não deverão existir, num raio envolvente das pistas de 3 Km, os seguintes tipos de ocupação do solo: lixeiras, aterros sanitários, ETAR's e zonas húmidas. Caso se registem



movimentos de aves na proximidade das pistas, recomenda-se que este raio seja alargado para 8 Km. A International Civil Aviation Organization - (ICAO, 1997) recomenda que seja considerada uma área envolvente com um raio de 13 Km.

Um documento emanado pelo Ministério dos Transportes Canadiano, Transport Canada / Safety Branch, Ottawa, classifica como muito perigosas, adicionalmente aos tipos de ocupação já mencionados, também a piscicultura, e como apresentando um risco moderado, a existência de zonas de protecção especial, zonas de alimentação de gado, suiniculturas, culturas cerealíferas, pomares e vinhas. Estas áreas não deverão situar-se a uma distância inferior a 3.2 Km do ponto de referência do aeroporto (Wildlife Control Procedures Manual, Transport Canada, 1994).

Na vizinhança da Ota situa-se o estuário do Tejo, que constitui uma área húmida de enorme importância internacional, principalmente pela dimensão das populações de aves migradoras e residentes, que o utiliza.

15.2 Metodologia

15.2.1. Rotas de aproximação e descolagem

Com base na informação fornecida pelo NAER, SA sobre as alternativas possíveis para as rotas de aproximação e descolagem, para a Ota, procedeu-se a um estudo de risco condicionado à altitude de vôo, para colisões de fauna com aeronaves, recorrendo a um sistema de informação geográfica (GIS), metodologia seguida por DeFusco (1993). Assim, utilizou-se a base de dados CORINE Land Cover e procedeu-se à digitalização das rotas de aproximação e descolagem, analisando-se quais os tipos de ocupação de solo intersectados, para as diferentes altitudes de vôo.

Com base na frequência de ocorrência das colisões com a avifauna, foram consideradas quatro classes de altitude de vôo - Tabela 15.1.

Tabela 15.1. - Ocorrência de colisões de aeronaves com aves, por intervalos de altitudes de vôo das aeronaves (Dados ICAO e FAA, Tabela 15.1 do Anexo 15.1 e Tabelas 15.2 a 15.5 do Anexo 15.2) e peso atribuído relativamente à frequência desta ocorrência (F_{colis}).

Intervalos (H_i)	Altitudes de vôo (m)	% do total de colisões ocorridas No Intervalo - Acumulada	Peso atribuído ao intervalo com base na frequência relativa de colisões (F_{colis})
1	0 - 100	70 - 70	0.7
2	100 - 300	10 - 80	0.1
3	300 - 700	10 - 90	0.1
4	700 - 1000	10 - 100	0.1

Os ângulos de aterragem e descolagem considerados foram os valores médios indicados pelo NAER respectivamente 5.24 % e 6.0 %. Na falta de



outra informação, assumiu-se que a descolagem se iniciava após percorridos 2/3 da pista, e a aterragem após ser sobrevoado 1/3 do comprimento total da pista. O segmento de rota analisado corresponde à projecção da extensão voada entre os 0 e os 1000 m de altitude, sobre o solo.

15.2.2. Tipos de uso do solo

Os tipos de uso do solo foram agrupados em classes, segundo o grau de risco que se lhes encontra associado, relativamente a colisões de aeronaves com aves, Tabela 15.2.

Tabela 15.2. - Grau de risco associado a diferentes tipos de uso de solo, relativamente a colisões de aeronaves com avifauna, segundo FAA/Advisory Circular #150/5200-33 e Transport Canada (Wildlife Control Procedures Manual, Transport Canada, 1994), e peso relativo atribuído a cada categoria de usos.

Tipos de uso do solo	Grau de risco	Peso atribuído (p_{tus})
Zonas Húmidas, Lixeiras, Aterros Sanitários, ETAR's, Piscicultura	Elevado	2
Áreas de Conservação de Natureza, Zonas de Alimentação de Gado, Suiniculturas, Culturas Cerealíferas, Pomares, Vinhas	Médio	1
Restantes	Reduzido	0

15.2.3 Índice de risco condicionado

Calculou-se um índice ponderado de risco condicionado à altitude de vôo, I_R , para cada pista analisada, considerando:

- As áreas dos diferentes tipos de uso do solo intersectadas (a I), dentro de cada intervalo de altitude de vôo (H_i),
- Uma faixa de 40 metros de largura, associada às trajetórias de vôo, que corresponde à envergadura das aeronaves da Classe 2; de acordo com o estudo do IATA (1993), será esta a classe de aeronaves que constituirá a maior percentagem do tráfego aéreo do NA.

De acordo com as informações fornecidas, cada pista tem associadas duas rotas alternativas de aterragem / descolagem, R1, R2; o índice total de risco, I_R , foi calculado efectuando a média aritmética dos valores encontrados para cada rota R.

A fórmula utilizada foi:

em que :



a_t = área referente a cada tipo de uso de solo t

a_{ti} = área referente ao tipo de uso de solo t , para intervalos de altura de vôo i

P_t = peso atribuído a cada categoria de uso de solo t

$F_{colis\ i}$ = peso atribuído ao intervalo de altura de vôo i, com base na probabilidade de, caso ocorra uma colisão com aves, ela se verifique dentro do intervalo de altura considerado, i

O índice total de risco condicionado, I_R , obtêm-se somando os índices parciais, I_{pi} :

O valor máximo obtido para o índice total de risco condicionado, corresponde a uma situação em que todas as rotas sobrevoariam tipos de uso do solo, com peso 2, relativamente ao risco associado de colisão. Para cada classe de altura i, os índices calculados são expressos em % do seu valor máximo possível.

Com o objectivo de comparar os resultados obtidos através deste índice, com um caso real, de um aeroporto português em funcionamento, efectuou-se um estudo paralelo, baseado na mesma metodologia. O aeroporto seleccionado foi o de Faro, atendendo à semelhança existente entre a sua localização e a localização das alternativas que actualmente se analisam para a futura implantação do NA. Concretamente todas as alternativas em estudo se situam na vizinhança de zonas húmidas.

Os resultados finais obtidos para a eventual implantação do NA na Ota, são ainda apresentados sob a forma de valores normalizados, utilizando para isso os valores relativos a Faro, como termo de comparação.

15.3 Resultados

No Tabela 15.9 constante do Anexo 15.6, apresentam-se os resultados da projecção das rotas de vôo analisadas, considerando as diferentes hipóteses de aproximação, por tipo de ocupação de solo.

Para a Ota verifica-se que, até aos 300 metros de altitude, onde ocorrem 80 % das colisões de aeronaves com aves, as rotas de aproximação e descolagem intersectam 4 tipos de ocupação de solo importantes, relativamente aos riscos de colisão com a avifauna.

Entre os 300 e os 700 metros, onde se registam 10 % das colisões, serão atravessados 5 tipos de ocupação de solo, e quando se consideram globalmente todos os intervalos de altitudes de vôo até aos 700 metros, onde ocorrem 90 % (70% + 10% + 10%) das colisões, são igualmente intersectados 5 tipos de uso de solo importantes do ponto de vista das colisões com aves.

A Tabela 15.3 apresenta os índices relativos, de risco condicionado, expressos em % do valor máximo potencial para o NA na Ota e para o aeroporto de Faro.

Tabela 15.3. - Índices relativos de risco condicionado, expressos em % do valor máximo potencial do índice de risco.

Índice de Risco %	Intervalo de altura de vôo	Ota	Faro
I_{p1}	1	0.07	7,40



I_{p2}	2	3.77	3,41
I_{p3}	3	7.70	10,84
I_{p4}	4	6.88	4,06
I_R	1 a 4	18.41	25,71

Verifica-se que, o valor obtido para a Ota, para o índice global, é de 18.4 % do valor máximo potencial. Note-se que, para o intervalo de vôo, até aos 100 m, onde se regista o maior número de colisões com aves, este valor é de 0.07 % . O valor do índice global obtido, para o aeroporto de Faro, é 25.7 %, sendo de 7.4 % para o intervalo de vôo, até aos 100 m.

15.4 Conclusões

Os resultados obtidos neste trabalho, baseados no cálculo de índices condicionados à altitude de vôo, e ao tipo de uso de solo, relativos ao risco de colisão de aeronaves com aves, mostraram que, o valor calculado para este índice normalizado, relativamente ao aeroporto de Faro, foi de 72.0 %.

Porém, é importante notar que este índice de risco condicionado não inclui nem os movimentos associados às rotas migratórias das aves, nem os movimentos de deslocação dentro das zonas húmidas - Estuário do Tejo em particular. Embora os movimentos migratórios sejam considerados perigosos para a navegação aérea (Blockpoel 1976; Richardson 1996), não foi possível tê-los em conta no cálculo dos índices apresentados, por não existir informação publicada sobre o trajecto das rotas de migração em Portugal.

A maior parte dos índices de risco anteriormente calculados para colisões de aeronaves com aves, têm-se debatido com obstáculos vários, como por exemplo requererem informação detalhada sobre a avifauna presente na área de estudo (e.g. Nechval e Biryukov 1988, Milsom 1990, Milsom e Horton 1991). A metodologia agora utilizada, com base num índice desenvolvido pelas autoras, baseado nos tipos de uso de solo, poderá ultrapassar algumas destas dificuldades. No entanto, permanece em aberto o facto de não ter sido ainda definido, pelas associações de aeronáutica, um nível de risco que se possa ser considerado como aceitável, para acidentes resultantes de colisões de aeronaves com aves (e.g. Nechval e Biryukov, 1988).

As principais organizações internacionais na área da aviação civil, como a ICAO, FAA e Transport Canada, entre outras, recomendam que seja efectuado o controlo da fauna existente numa zona envolvente das pistas, numa extensão de 13 Km (ICAO, 1997), ou pelo menos de 8 Km (Cleary et al., 1997). A implementação desta medida preconizada, no âmbito de uma correcta gestão do NA, irá introduzir alterações que conduzirão ao desaparecimento de parte das comunidades actualmente existentes na Ota.

Assim, considerando:

- os factos apontados na Introdução, baseadas em trabalhos científicos, relativamente à quantificação do risco de colisões de aeronaves com aves;
- as observações e dados existentes para Portugal, obtidos por peritos em segurança de vôo, para a aviação civil e militar;



- a localização do NA na OTA, relativamente à sua proximidade de zonas húmidas importantes;
- a orografia da região da Ota, que se apresenta acidentada, pelo que as aves terão tendência a adoptar rotas de vôo mais regulares (comparativamente a zonas planas), contornando os obstáculos existentes;
- os resultados da análise comparativa, entre os índices de risco, correspondentes à implantação do NA na Ota, e ao aeroporto de Faro;

conclui-se que, a uma eventual implantação do NA na Ota, estará associado um risco de colisão de aeronaves com aves, que é inferior aquele registado no aeroporto de Faro.

O risco associado ao aeroporto de Faro é considerado como sendo moderado (ANA-EP, 1998) e neste trabalho, estabeleceu-se que corresponderia a um valor normalizado de 1.0.

Assim, uma eventual localização do NA na Ota, poderá considerar-se como apresentando um risco baixo (a moderado), de colisão de aeronaves com aves.

Impõe-se, no entanto, a realização de um estudo aprofundado sobre a avifauna da Ota, em particular porque a densidade da rede hidrográfica poderá ser indicadora da existência potencial de elevado número de passeriformes.