

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE ANIMAL

Diana Guimarães Portela

**REVISÃO SISTEMÁTICA E META-ANÁLISE DAS TÉCNICAS DE MANEJO DE
AVES USADAS EM AERÓDROMOS**

Santa Maria, RS
2022

Diana Guimarães Portela

**REVISÃO SISTEMÁTICA E META-ANÁLISE DAS TÉCNICAS DE MANEJO DE
AVES USADAS EM AERÓDROMOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Biodiversidade Animal.

Orientador: Marcelo de Moraes Weber

Santa Maria, RS
2022

Diana Guimarães Portela

**REVISÃO SISTEMÁTICA E META-ANÁLISE DAS TÉCNICAS DE MANEJO DE
AVES USADAS EM AERÓDROMOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Biodiversidade Animal.

Aprovada em 29 de setembro de 2022.

**Marcelo de Moraes Weber, Doutor (UFSM)
(Presidente/Orientador)**

Jayme Augusto Prevedello, Doutor (UERJ)

Marilise Mendonça Krügel, Doutora (UFSM)

Santa Maria, RS
2022

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que está comigo em todos os momentos, sempre me guiando nos caminhos tortuosos da vida.

A minha mãe, Zefirina, pelo seu apoio incondicional, sem o seu amor não seria a pessoa que sou.

Aos meus irmãos, Dadá, Zezinho e Dudu, que sempre estiveram ao meu lado. Saibam que a amizade e o carinho de vocês me fortaleceram nos momentos difíceis.

Ao meu orientador, Prof. Marcelo de Moraes Weber, agradeço pela dedicação, paciência e pela confiança depositada em mim.

Ao major Alexandre da Ala 4, que despertou em mim o interesse pelo assunto do perigo aviário nos aeroportos e sempre me incentivou ao longo dessa caminhada.

Aos meus colegas do Laboratório de Macroecologia e Síntese Ecológica, pelo apoio nos momentos de angústias e incertezas.

RESUMO

REVISÃO SISTEMÁTICA E META-ANÁLISE DAS TÉCNICAS DE MANEJO DE AVES USADAS EM AERÓDROMOS

AUTORA: Diana Guimarães Portela

ORIENTADOR: Marcelo de Moraes Weber

Os acidentes aeronáuticos causados por colisões com aves têm crescido vertiginosamente nas últimas décadas. Os danos causados por esse tipo de acidente vão além do prejuízo econômico com a manutenção da aeronave, já que as consequências ecológicas são igualmente significativas, pois tais colisões sempre resultam na morte das aves envolvidas. Diante dessa situação, os gestores de aeródromos adotam técnicas de manejo de aves com o intuito de afastá-las do ambiente aeroportuário. Portanto, este estudo buscou avaliar a eficácia das principais técnicas de manejo de aves, além de apresentar uma revisão sistemática detalhada sobre o assunto. Um total de 23 artigos foram selecionados para a revisão sistemática e 14 deles apresentaram os dados necessários para os cálculos meta-analíticos. Os resultados obtidos mostram que a técnica mais aplicada nos aeródromos é o controle da altura da grama, porém, a meta-análise indica a falcoaria como o método mais eficaz para dispersar as aves. Apesar da literatura apontar que nenhuma técnica é capaz de eliminar completamente o risco de colisões entre aves e aeronaves, o uso dessas técnicas associado ao conhecimento dos hábitos das espécies-alvo reduz significativamente o risco de acidentes. Faz-se necessário, também, um maior empenho no desenvolvimento de estudos com maior robustez metodológica e clareza nos dados para auxiliar na tomada de decisão por parte dos operadores de aeródromos.

Palavras-chave: Aeroportos. Altura da grama. Colisão com aves. Falcoaria.

ABSTRACT

A SYSTEMATIC REVIEW AND META-ANALYSIS OF BIRD MANAGEMENT TECHNIQUES USED IN AIRFIELDS

AUTHOR: Diana Guimarães Portela
ADVISOR: Marcelo de Moraes Weber

Aeronautical accidents caused by collisions with birds have grown dramatically in recent decades. The damage caused by this type of accident goes beyond the economic loss with the maintenance of the aircraft, since the ecological consequences are equally significant, such as collisions always resulting in the death of the birds involved. Faced with this situation, aerodrome managers adopt bird management techniques in order to keep the birds away from the airport environment. Therefore, this study aims to evaluate the effectiveness of the main bird management techniques, in addition to presenting a detailed systematic review on the techniques used. A total of 23 papers was selected for the systematic review and 14 of them presented the necessary data for the meta-analysis. The results obtained show that the control of grass height is the most applied technique in airfields, however, the meta-analysis indicates that falconry is the most effective method to bird scattering. Despite that no technique alone can completely eliminate the risk of collisions between birds and aircrafts, their use associated with knowledge of the habits of the target species significantly reduces the risk of accidents. It is also necessary to make a greater effort to develop studies with better methodological robustness and clarity in the data to properly assist in decision making by aerodrome operators.

Keywords: Airports. Collision with birds. Grass height. Falconry.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Gráfico quantil-quantil mostrando a relação entre os quantis amostrais observados e os quantis esperados a partir da distribuição normal padrão (média zero e desvio padrão 1). A linha preta sólida indica a média dos dados. A inclinação da linha sólida preta é de aproximadamente 1, indicando que não há viés. As linhas tracejadas ao redor dos pontos pretos indicam o intervalo de confiança de 95%..... 17
- Figura 2 - Organograma de seleção dos estudos **Erro! Indicador não definido.**
- Figura 3 - Representatividade numérica das principais técnicas abordadas na revisão sistemática. 19
- Figura 4 - Comparativo de médias para todos os casos e para cada uma das técnicas envolvendo o grupo controle e o grupo tratamento. 20

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Fauna envolvida em colisões entre 2011 e 2019 de acordo com o CENIPA.....	122
Tabela 2 - Resultados gerados na meta-análise com os tamanhos de efeito (Hedges' <i>d</i>), valor de P e intervalo de confiança. Valores de Hedges' <i>d</i> em negrito indicam significância estatística (P<0,05).....	20

LISTA DE SIGLAS

ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
CENIPA	Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
EUA	Estados Unidos da América
OIAC	Organização Internacional da Aviação Civil
RBAC	Regulamento Brasileiro de Aviação Civil

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 PANORAMA DO PERIGO AVIÁRIO NO BRASIL	10
1.2 TÉCNICAS E MEDIDAS DE MANEJO	121
1.3 OBJETIVOS	13
1.3.1 OBJETIVO GERAL	13
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
2 HIPÓTESES	14
3 MATERIAIS E MÉTODOS	14
3.1 REVISÃO SISTEMÁTICA	14
4.2 EXTRAÇÃO E PROCESSAMENTO DE DADOS PARA META-ANÁLISE	15
4.3 VIÉS DE PUBLICAÇÃO	16
3 RESULTADOS	18
3.1 REVISÃO SISTEMÁTICA	18
3.2 META-ANÁLISE	19
4 DISCUSSÃO	20
REFERÊNCIAS	23
APÊNDICE A - LISTA DOS 24 ESTUDOS SELECIONADOS PARA A REVISÃO SISTEMÁTICA E META-ANÁLISE.	27
APÊNDICE B – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS USADAS NA REVISÃO SISTEMÁTICA E META-ANÁLISE.	28

1 INTRODUÇÃO

1.1 PANORAMA DO PERIGO AVIÁRIO NO BRASIL

Dividir o espaço aéreo com as aves representa um dos maiores desafios enfrentados diariamente por tripulantes de aeronaves e administradores de aeródromos. Colisões entre aves e aeronaves representam um sério risco para a segurança de voo, pois colocam em risco a vida de todos que utilizam o transporte aéreo e são um obstáculo à eficiência do sistema de gestão do tráfego aéreo (METZ *et al.*, 2020). As aves são atraídas para os aeroportos porque neles podem encontrar alimento, água, abrigo e grandes espaços abertos, algo que facilita a identificação e a fuga de predadores (SOLMAN, 1981). Somando-se a isso, muitos aeroportos são rodeados por edificações e árvores de diversas alturas e espécies, fornecendo para as aves locais de nidificação, alimentação e repouso (FRONEMAN, 2002).

Acidentes envolvendo aves não são um acontecimento raro na aviação. Segundo o Anuário de Risco de Fauna elaborado pelo Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA), no Brasil, durante os anos de 2011 e 2020 foram reportadas ao órgão 9.801 colisões com aves. Ainda de acordo com esse documento, os reportes crescem a cada ano devido ao aumento da frota brasileira, ampliação da malha aeronáutica, aumento da população de aves em torno de áreas urbanas e a participação de integrantes do setor aéreo como operadores dos aeródromos e de empresas aéreas, tripulantes e mecânicos de voo na elaboração de reportes.

Segundo Godin (1994), colisões entre aves e aviões acontecem desde os primórdios da aviação. Entretanto, naquela época, isso era algo incomum, pois as aeronaves voavam em baixa velocidade e, dessa forma, as aves eram capazes de desviar com mais facilidade. Com o desenvolvimento de aviões à jato, tais acidentes se tornaram mais frequentes, uma vez que, com aeronaves mais rápidas, as aves têm menos tempo de reação para desviar da iminente ameaça.

À medida que as colisões entre aves e aeronaves aumentaram, cresceu também a preocupação com a prevenção de acidentes. O custo devido a colisões com aves em todo o mundo é estimado em mais de US\$ 3 bilhões por ano. De acordo com o Manual de Gerenciamento de Risco de Fauna elaborado pelo CENIPA, no Brasil, esse custo é de aproximadamente US\$ 65 milhões por ano. Segundo o mesmo manual, além dos prejuízos econômicos, as colisões entre aves e aeronaves já causaram 473 mortes humanas no mundo. Vale destacar, também, que tais acidentes causam, só nos Estados Unidos da América (EUA), aproximadamente 25.000 mortes de aves por ano (ERICKSON *et al.*, 2005). Diante desse

contexto, Bruno e Barreto (2016) defendem a necessidade de vislumbrar o perigo aviário pela perspectiva ecológica, pois qualquer medida adotada para mitigar acidentes aviários resulta na preservação dos componentes de um ecossistema que são imprescindíveis para que ele funcione como uma malha coesa e autossustentada.

De forma sucinta, perigo aviário pode ser definido como o risco potencial de colisão com uma ave ou bando de aves, no solo ou em determinada porção do espaço aéreo (PEREIRA, 2008). Devido ao seu vasto território, o Brasil necessita de uma rede de transporte aéreo robusta para suportar as demandas logísticas e de transporte de passageiros. O Brasil possui uma altíssima riqueza de espécies de aves, com 1919 espécies identificadas até o ano de 2021, sendo o segundo país do mundo em biodiversidade de aves (PACHECO *et al.*, 2021). Dessa forma, se torna fundamental o estudo e a adoção de medidas mitigatórias desse problema para se evitar acidentes que causem prejuízos ao ser humano e a morte de aves que exercem importante papel ecológico, especialmente em áreas biodiversas.

A maioria dos acidentes ocorre em altitudes abaixo de 2500 pés e 70% abaixo de 200 pés. Um levantamento feito entre 1999 e 2008 mostra, também, que 84% dos acidentes aéreos envolvendo aves aconteceram durante as fases de decolagem, aproximação e pouso. Esses dados destacam o fato de que o risco de colisão com aves pode ser mitigado por medidas tomadas, principalmente, em um nível de aeródromo (MARAGAKIS, 2009).

As espécies mais afetadas variam de acordo com a localização e as condições ambientais prevalentes (FRONEMAN, 2000). No Brasil, por exemplo, quero-quero (*Vanellus chilensis*) e urubu-de-cabeça-vermelha (*Cathartes aura*) são as espécies com mais registros de colisão com aeronaves, como mostra a Tabela 1 extraída do Sumário Estatístico 2011-2019 do CENIPA. Ao contrário da maioria dos aeroportos do Brasil, onde a espécie que mais colide é o *Coragyps atratus*, na região Sul há um predomínio de colisões com quero-queros (*Vanellus chilensis*) (BASTOS, 2001; LUIGI *et al.*, 2010).

1.2 TÉCNICAS E MEDIDAS DE MANEJO

Segundo Cleary e Dolbeer (1999), para a redução efetiva do perigo aviário é necessário o uso de várias estratégias de manejo que devem ser usadas de forma integrada para potencializar o resultado final. São elas: a alteração de rotas e horários de pousos e decolagens, a modificação ou eliminação do ambiente atrativo e o uso de repelentes ou práticas de dispersão da fauna. São essas últimas que iremos avaliar ao longo deste estudo.

Tabela 1 - Fauna envolvida em colisões entre 2011 e 2019 de acordo com o Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA).

Nome da espécie	Quantitativo	Porcentagem
Não identificado	8.521	46,9%
Quero-quero – <i>Vanellus chilensis</i>	2.945	16,2%
Carcará – <i>Caracara plancus</i>	1.095	6,0%
Urubus – <i>Cathartes</i> sp.	609	3,4%
Urubu-de-cabeça-preta – <i>Coragyps atratus</i>	386	2,1%
Coruja-buraqueira – <i>Athene cunicularia</i>	346	1,9%
Outros (mamíferos > 1,5 kg)	309	1,7%
Outros (morcegos)	283	1,6%
Passeriformes pequenos	204	1,1%
Corucão – <i>Podager nacunda</i>	193	1,1%
Coruja-da-igreja – <i>Tyto furcata</i>	150	0,8%

Fonte: Sumário Estatístico 2011-2019 do CENIPA (2021)

A Organização Internacional da Aviação Civil (OIAAC) exige que os operadores de aeródromos implementem medidas para mitigar o risco de acidentes aéreos envolvendo aves e demais animais que vivam em seus arredores. No Brasil, a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) estabeleceu, no Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) nº 153 de 2021, que “o operador de aeródromo deve estabelecer e implementar procedimentos básicos de gerenciamento do risco da fauna e que sejam capazes de mitigar o risco de colisão entre aeronaves e a fauna”.

Entretanto, a grande diversidade de aves inclui espécies adaptadas às mais diversas condições ambientais, o que dificulta a adoção de métodos de manejo padronizados e eficazes para afugentar, de forma geral, todas as espécies e em particular as que oferecem maiores riscos à segurança de voo (SERRANO *et al.*, 2005). A adoção de uma determinada técnica deve levar em conta todas as características da região, como, por exemplo, as condições climáticas, regime de chuvas, características da vegetação local e, sobretudo, é preciso conhecer a biologia e ecologia das espécies predominantes em cada aeródromo (CENIPA, 2018).

Nas últimas décadas, muitas técnicas e tipos de equipamentos foram usados ou propostos para uso no controle de aves em aeródromos (HARRIS; DAVIS, 1998). O Manual de Gerenciamento de Risco de Fauna, elaborado pelo CENIPA, recomenda algumas medidas ativas de controle de presença de fauna em aeródromos, como o uso de laser, sons agonísticos, efígies e falcoaria. O manual também aponta as vantagens e desvantagens de cada técnica e recomenda a elaboração de um Plano de Manejo específico para cada aeródromo com as ações direcionadas para as espécies-problemas. Abaixo listamos as principais técnicas abordadas no referido manual e apresentamos uma breve definição sobre cada uma:

- Controle da altura da grama: corte regular da grama para mantê-la em uma altura que não seja atrativa para determinadas espécies;

- Efégies: uso de animais taxidermizados para demonstrar perigo e sofrimento para as outras aves;
- Falcoaria: uso de um falcão treinado com capacidade de perseguir, espantar ou capturar aves;
- Cachorros: patrulha no aeródromo com um ou mais cachorros treinados para perseguir e espantar as aves, preferencialmente da raça border collie;
- Lasers: luz portátil de intensidade alta e feixe estreito que causa desconforto nas aves;
- Ruídos: uso de dispositivos estáticos/semimóveis emissores de diversos sons para dispersão.

Certas espécies são controladas mais eficazmente com uma variedade de técnicas para reduzir ou manter um número baixo ao longo do tempo. Outras espécies perigosas de aves podem ser mais difíceis de gerenciar em ambientes complexos de aeroportos e métodos de longo prazo são, provavelmente, mais eficazes na redução dessas populações (PITLIK; WASHBURN, 2012). No entanto, até agora, não há nenhum estudo que compare a eficiência na diminuição do número de aves entre diferentes técnicas de manejo em aeródromos.

Usamos uma revisão sistemática e uma meta-análise para estimar a eficiência dos principais métodos de manejo de aves em aeroportos. A escolha pelas técnicas meta-analíticas está pautada no fato de que essa técnica estatística permite avaliar quantitativamente e de forma simultânea um conjunto de dados obtidos independentemente (LUIZ, 2002). Levando em consideração que há uma quantidade razoável de estudos que avaliam a aplicabilidade de cada método individualmente, faz-se necessário um estudo que analise e compare estatisticamente as principais técnicas com o intuito de auxiliar na prevenção de acidentes e conservação da avifauna.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

Estabelecer um comparativo entre os recursos de manejo de aves para auxiliar no direcionamento das ações de manejo a serem adotadas pelos gestores de aeródromos.

1.3.2 Objetivos específicos

- Compilar as principais técnicas de manejo de aves usadas em aeródromos;

- Avaliar, através de uma meta-análise, a eficiência das técnicas de manejo no afugentamento de aves em aeródromos;
- Avaliar quais técnicas de manejo são as mais eficazes.

2 HIPÓTESES

- As técnicas de manejo têm potencial para reduzir a presença de aves em aeródromos.
- A modificação do ambiente causa uma redução maior no número de indivíduos se comparada a outras técnicas que utilizam artifícios pirotécnicos, sons agonísticos, efígies ou falcoaria, pois estas estão suscetíveis à habituação das aves.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 REVISÃO SISTEMÁTICA

Este estudo foi dividido em duas etapas: (a) uma revisão sistemática da literatura abordando as principais técnicas de manejo usadas em aeródromos para mitigar colisões entre aves e aeronaves e (b) uma meta-análise para avaliar e comparar a efetividade de cada método. Tais processos visam revisar quantitativamente os resultados dos estudos publicados que analisaram estatisticamente os efeitos de cada método.

A pergunta norteadora da revisão sistemática foi estabelecida de acordo com o método PICO (STEWART *et al.*, 2013): quais técnicas ou métodos de manejo de aves são mais efetivos para reduzir o número de colisões desses animais com aeronaves em um aeródromo? A população (P) estudada foi constituída pelas populações de aves que forrageiam em aeródromos; a intervenção (I) foram as técnicas de afugentamento ou de manejo de aves; o grupo de comparação (C) consistia nos dados obtidos antes e depois da aplicação da técnica ou em áreas onde a técnica não foi implementada; e o resultado de interesse (O - *outcome*) é a capacidade que cada técnica ou método de manejo possui para afugentar as aves.

A pesquisa e triagem dos estudos foram realizadas no período de junho de 2021 a janeiro de 2022. Buscamos eletronicamente estudos que testaram a eficácia das técnicas de dispersão de aves em um ambiente aeroportuário. Para isso, utilizamos o portal Google Acadêmico, onde foi realizada a pesquisa utilizando as seguintes combinações de palavras-chaves: [“bird strike” AND airfield AND (“wildlife management” OR “management of vegetation”) AND “control methods”]. Foi realizada, complementarmente, uma busca manual na lista de referências de

estudos incluídos. A seleção preliminar dos estudos foi realizada por meio de avaliação do título, resumo e palavras-chaves.

Como critérios de seleção, descartamos os estudos que não descreveram a metodologia, que não foram realizados em um ambiente aeroportuário e que abordavam métodos letais de controle de aves. Com o objetivo de incluir o máximo de técnicas possíveis, nenhuma restrição foi colocada quanto ao ano de publicação. O processo de seleção dos estudos é descrito através de um fluxograma apresentado na Figura 1.

3.2 EXTRAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS PARA META-ANÁLISE

Cada artigo pré-selecionado foi lido integralmente. Aqueles que realizavam uma comparação estatística detalhada e atendiam aos critérios estabelecidos foram selecionados. Dos 23 estudos selecionados para a revisão sistemática, apenas 14 continham as informações necessárias para incluir na meta-análise (tamanho amostral, média e desvio padrão) para o cálculo do tamanho de efeito usando o índice Hedges' d . Usamos a diferença entre as médias (grupo controle menos grupo tratamento) para mensurar a relação entre os grupos controle e tratamento. Assim, um valor de Hedges' d positivo indica um aumento da abundância de aves no grupo tratamento (com aplicação da técnica de manejo) em relação ao grupo controle (sem aplicação da técnica de manejo), e um valor negativo indica uma redução da abundância de aves no tratamento em relação ao controle. Quando os autores forneciam o erro padrão ou intervalo de confiança, ao invés do desvio padrão, utilizamos técnicas de conversão para o cálculo do desvio padrão. Os tamanhos das amostras correspondiam a quantidade de repetições de cada tratamento. No caso dos estudos que forneciam as médias e/ou medidas de dispersão apenas graficamente, usamos o programa Datathief (TUMMERS, 2006) para extrair os valores do gráfico.

Realizamos uma meta-análise geral agrupando todas as técnicas de manejo e outras separadamente para cada técnica. O objetivo dessa análise separada para cada técnica é avaliar individualmente a eficácia de cada técnica. Como alguns artigos apresentavam mais de um tamanho de efeito, isto pode gerar uma não-independência entre os tamanhos de efeito, já que eles foram obtidos a partir de um mesmo delineamento experimental (NAKAGAWA; SANTOS, 2012). Para controlar o efeito da não-independência dos tamanhos de efeito, utilizamos um modelo multivariado de efeitos aleatórios que inclui tanto a variação entre estudos quanto a variação dentro dos estudos como a identidade do estudo. Para o

processamento dos dados meta-analíticos, foi usado o pacote *metafor* (VIECHTBAUER, 2010) no ambiente R (R CORE TEAM, 2022).

Como algumas técnicas de manejo empregadas foram observadas em apenas um único artigo, o que impede uma análise individual da efetividade da técnica, nós agrupamos as técnicas de acordo com a similaridade da metodologia. Estudos utilizando pipa-falcão (O'SHEA *et al.*, 2020) foram classificados como falcoaria, já que o objetivo é simular o voo de uma ave de rapina. Estudos utilizando explosivos de propano (WASHBURN *et al.*, 2006) ou rede sônica (SWADDLE *et al.*, 2016) foram classificados como “ruídos”, já que o objetivo dessas técnicas é afastar as aves utilizando sons. Para as demais técnicas (patrulha com cães, uso de efígies e manejo da altura da grama), foram obtidos mais do que um estudo, permitindo análises individuais das suas eficácias para o afastamento das aves.

3.3 VIÉS DE PUBLICAÇÃO

Uma crítica à meta-análise é que os estudos disponíveis podem não ser representativos de todos os estudos que abordam a questão de interesse. A causa desse viés seria o fato de que estudos com resultados estatisticamente significativos são mais propensos a serem publicados do que estudos reportando resultados não-significativos (SUTTON *et al.*, 2009). Para verificar a presença desse viés, foi utilizado o gráfico quantil-quantil (Q-Q plot), onde o eixo horizontal representa os quantis teóricos de uma distribuição normal, enquanto o eixo vertical mostra os quantis observados dos resíduos padronizados (WANG; BUSHMAN, 1998; JAIN; SHARMA; JAIN, 2019). O gráfico Q-Q plot da Figura 2 mostra a relação dos quantis amostrais observados e os quantis teóricos da distribuição normal padrão.

Figura 1 - Fluxograma de seleção dos estudos.

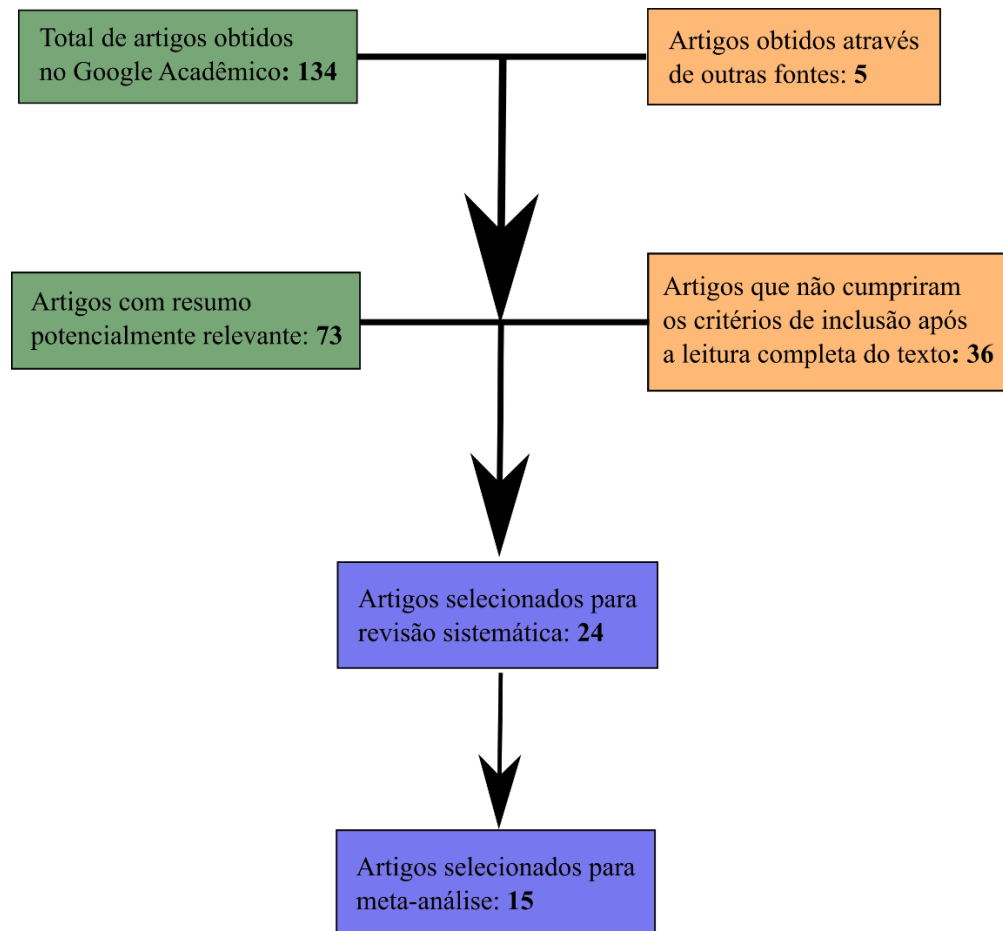
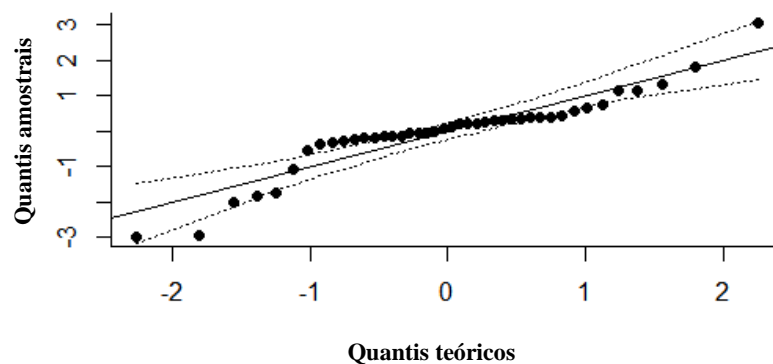


Figura 2 - Gráfico quantil-quantil mostrando a relação entre os quantis amostrais observados e os quantis esperados a partir da distribuição normal padrão (média zero e desvio padrão de 1). A linha preta sólida indica a média dos dados. A inclinação da linha sólida preta é de aproximadamente 1, indicando que não há viés. As linhas tracejadas ao redor dos pontos pretos indicam o intervalo de confiança de 95%.



3 RESULTADOS

3.1 REVISÃO SISTEMÁTICA

A revisão no banco de dados do Google Acadêmico retornou 134 estudos. Adicionamos mais 5 estudos, selecionados através das referências bibliográficas, perfazendo um total de 139 estudos. Ao final da triagem, 24 estudos de 7 países atingiram os critérios estabelecidos e foram selecionados para a revisão sistemática. Desse total, 15 foram nos Estados Unidos, 2 na Polônia, 2 no Brasil, 1 na Irlanda, 1 na Itália, 1 na África do Sul, 1 na Argentina e 1 no Canadá. Os números mostram um enviesamento geográfico da literatura, pois 65% das pesquisas foram realizadas na América do Norte. Por outro lado, Ásia e Oceania não estiveram representadas.

Ao todo foram revisadas cinco técnicas – controle da altura da grama, efígies, falcoaria, patrulha com cães e ruídos. Observou-se que o controle da altura da grama é o método mais explorado e representa aproximadamente 26% de todas as técnicas estudadas. A Figura 3 mostra a representatividade numérica de cada método.

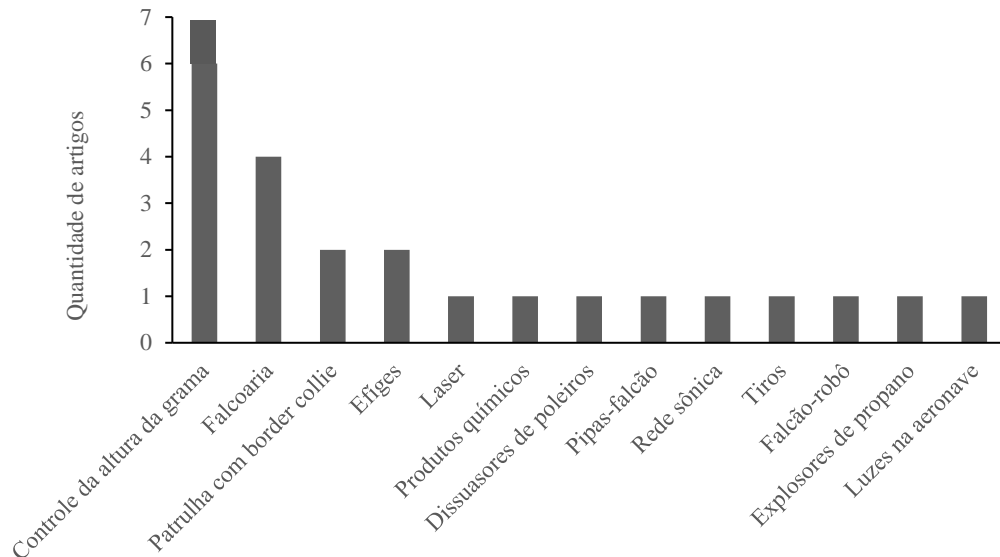
Ainda sobre o controle da altura da grama, observa-se que, nos países da América do Sul (Brasil e Argentina), a grama alta, ou seja, maior do que 25 cm, é a mais recomendada por atrair uma quantidade menor de aves. Já nos países do Hemisfério Norte não há ainda um consenso sobre a altura ideal da grama em aeroportos, pois as pesquisas não apontam uma diferença significativa na abundância de aves nas pastagens curtas e altas. Portanto, os autores recomendam que cada aeroporto gerencie sua vegetação com base na avifauna que o utiliza. Já a falcoaria foi a segunda técnica mais abordada, apresentando uma boa eficácia na dissuasão de aves.

A partir dos dados coletados na revisão sistemática, observa-se que nos estudos desenvolvidos na América do Norte (EUA e Canadá), as espécies-alvo predominantes são gaivotas (Laridae), estorninhos (Sturnidae) e gansos-canadenses (*Branta canadensis*). Na Europa, as espécies-alvo mais estudadas são os pombos (Columbidae), as gaivotas (Laridae) e as gralhas (Corvidae). Já na América do Sul, são o quero-quero (*Vanellus chilensis*), o carcará (*Caracara plancus*) e a pomba asa-branca (*Patagioenas picazuro*). Cinco estudos analisaram uma única espécie isoladamente, porém, os demais analisaram o efeito de uma técnica sobre populações de espécies distintas.

Há uma variedade de espécies analisadas nos artigos selecionados, mas as mais presentes foram as espécies do gênero *Larus*, pertencentes à família Laridae. Tais espécies

foram citadas em 34% dos artigos. Já nos estudos realizados no Brasil, a espécie mais presente foi *Vanellus chilensis*.

Figura 1 - Representatividade numérica das principais técnicas abordadas na revisão sistemática.



3.2 META-ANÁLISE

Quinze trabalhos atenderam aos requisitos para serem inseridos na meta-análise e 43 tamanhos de efeitos foram obtidos. Agrupamos esses estudos por técnica e as médias obtidas para os grupos de controle e tratamento estão mostradas na Figura 4.

A Tabela 2 mostra de forma resumida os dados obtidos para cada técnica e, na última linha, os dados quando todas as técnicas são avaliadas conjuntamente. De forma geral, as técnicas de manejo de aves em aeroportos foram efetivas, reduzindo significativamente o número de aves. Através da análise individual, a falcoaria se mostrou como a técnica mais eficiente. Além da falcoaria, o uso de efigies e patrulha com cães também foram técnicas de manejo efetivas para dispersar aves, mas apresentaram uma eficiência menor do que a falcoaria. O manejo da altura da grama e uso de ruídos, por outro lado, não foram efetivos para diminuir a abundância de aves nos aeroportos (Tabela 2).

Figura 2 - Comparativo de médias para todos os casos e para cada uma das técnicas envolvendo o grupo controle e o grupo tratamento.

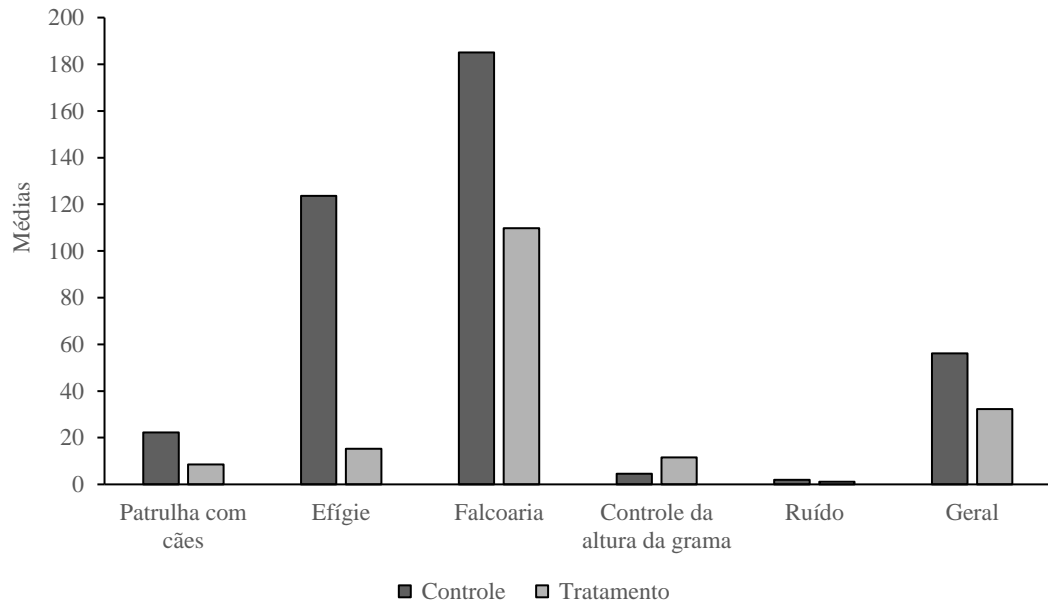


Tabela 2 - Resultados gerados na meta-análise com os tamanhos de efeito (Hedges' *d*), valor de P e intervalo de confiança. Valores de Hedges' *d* em negrito indicam significância estatística ($P < 0,05$).

Técnica	Hedges' <i>d</i>	Valor de P	Intervalo de confiança
Altura da grama	0,37	0,20	-0,42 – 1,95
Falcoaria	-3,34	0,03	-6,38 – -0,29
Efígies	-2,18	< 0,001	-2,27 – -2,09
Patrulha com cães	-1,52	<0,0001	-2,29 – -0,74
Ruídos em geral	-1,21	0,26	-3,33 – 0,91
Padrão geral	-1,20	0,04	-2,32 – -0,08

4 DISCUSSÃO

No geral, as técnicas de manejo foram eficientes para diminuir a abundância de aves em aeródromos. No entanto, o êxito na prevenção de colisões de aves em aeródromos requer a identificação das espécies mais afetadas, bem como o conhecimento dos seus hábitos (METZ *et al.*, 2011). Por isso, recomenda-se que a escolha de um método aconteça após o levantamento das espécies envolvidas em colisões.

Somente dois estudos foram desenvolvidos em aeródromos militares, apesar da literatura indicar que as aeronaves militares são mais propensas às colisões com aves por, geralmente, voarem a baixa altura (BRASIL, 2017). A revisão sistemática mostrou que o controle da altura da grama é o principal método utilizado para tornar o ambiente aeroportuário menos atrativo para as aves. Entretanto, esse método não apresentou resultados significativos na maioria dos estudos. É importante destacar que a eficácia dessa técnica depende das espécies

envolvidas. Estudos norte-americanos indicaram que as aves do gênero *Molothrus* e tordos americanos preferem forragear em pastagens de gramas curtas; estorninhos, gaivotas e gansos canadenses não diferenciam entre grama alta e baixa; enquanto as cotovias preferem vegetação mais alta (SEAMANS *et al.*, 1999, 2004). No Brasil e na Argentina, a grama mais baixa está relacionada a uma maior abundância de aves, especialmente das espécies *Vanellus chilensis* e *Milvago chimango* (MARATEO *et al.*, 2015; ABREU *et al.*, 2017). Entretanto, Seamans, Barras e Bernhardt (2007) destacam que a densidade da vegetação, além da altura, pode explicar o uso dos gramados pelas aves.

O uso de rede sônica mostrou resultados promissores, pois ao contrário das demais técnicas que se utilizam do medo para afugentar as aves, essa técnica consegue mascarar a comunicação entre as aves. Esse método, portanto, dificulta a escolha de parceiros, defesa do território e identificação de possíveis predadores, prejudicando sobretudo as espécies que dependem de sinais acústicos (SWADDLE *et al.*, 2015). Entretanto, assim como outras técnicas, como laser, uso de repelentes químicos e artifícios pirotécnicos, o uso de redes sônicas carece de mais estudos que corroborem seus resultados preliminares.

Quanto à meta-análise, os resultados reforçaram a eficácia dos métodos de dispersão das aves, porém, todas elas tendem a ter a sua eficácia reduzida à medida que as aves se habitam às técnicas (HARRIS; DAVIS, 1998). Nesse caso, o CENIPA recomenda que sejam adotadas paralelamente medidas de modificação do ambiente, como a extinção das fontes de água, alimento e abrigo.

Analisando cada técnica separadamente, percebemos que somente o controle da altura da grama e o ruído não apresentaram diferenças significativas entre os grupos controle e tratamento. O controle da altura da grama mostrou um valor de tamanho de efeito positivo, indicando que, no geral, a aplicação desse método pode levar a um aumento no número de aves em aeródromos, o que é indesejável. Entretanto, aqui avaliamos a eficácia das técnicas de manejo de forma individual, portanto não podemos descartar a hipótese de que esta técnica seja efetiva quando utilizada conjuntamente com outra técnica, como por exemplo, uso de efígies. Além disso, o uso do habitat pelas aves em diferentes partes do mundo pode ser bastante variável, impedindo que um efeito significativo seja detectado.

Ao contrário do que esperávamos, a modificação do ambiente (manejo da altura da grama) não causou uma redução significativa no número de aves comparada com as demais técnicas. A falcoaria foi a técnica que apresentou maior redução na abundância de aves. Entretanto, os resultados e o desempenho dos falcões estão intimamente relacionados a fatores climáticos, como temperatura, velocidade do vento e neblina, além da limitação de não poderem

ser utilizados a noite, nem durante o período de muda das penas dos falcões (CARVALHO *et al.*, 2018).

Apesar da falcoaria ter apresentado resultados que indicam uma maior eficácia quando comparada com outras estratégias de manejo, deve-se ressaltar que um programa eficiente de monitoramento e gerenciamento de aves nunca é constituído por uma única técnica de manejo. O que reduz consideravelmente o número de colisões com aves em um aeródromo é um conjunto de medidas que devem ser tomadas levando em consideração os hábitos das espécies envolvidas, as características ambientais do local e os horários e frequência dos voos. Conforme Sodhi (2002), cada aeroporto tem seus próprios problemas específicos de risco de colisão com aves que dependem das espécies de aves envolvidas e dos tipos de habitat dentro e ao redor dos aeroportos. Dessa forma, a elaboração de um programa de controle de aves eficiente deve ser seguida por um estudo da ecologia e comportamento das espécies-alvo em nível local e regional, pois, somente assim, será possível compreender o porquê das aves serem atraídas para o aeroporto em questão (DESOKY, 2014).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos prejuízos ecológicos e econômicos que as colisões causam, recomendamos que os aeródromos adotem medidas de curto e longo prazo concomitantemente. Ações de curto prazo incluem estratégias de susto e medo, como falcoaria, uso de efígies e patrulha com cães, enquanto as ações de longo prazo abrangem as modificações de habitats, como o manejo da altura da grama (SODHI, 2002). Tais ações devem ser acompanhadas de análises periódicas dos resultados e, quando for constatada a habituação das aves, deve-se adotar novos métodos ou proceder com a captura e translocação dos indivíduos, nesse último caso, é necessária autorização por parte do órgão ambiental competente.

REFERÊNCIAS

- ABREU, T. L. S. *et al.* Avaliação de Diferentes Alturas de Grama para Controle de Aves em um Aeroporto Brasileiro. **Revista Conexão Sipaer**, v. 8, n. 1, p. 80-91, 2017.
- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL - ANAC. Aeródromos - operação, manutenção e resposta à emergência. **Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC)**, n. 153, Emenda n. 6, 2021.
- BARRAS, S. C. *et al.* Bird and small mammal use of mowed and unmowed vegetation at John F. Kennedy International Airport, 1998 to 1999. **Proceedings of the Vertebrate Pest Conference**, v. 19, p. 31-36, 2000.
- BATTISTONI, V.; MONTEMAGGIORI, A.; IORI, P. Beyond falconry between tradition and modernity: a new device for bird strike hazard prevention at airports. **Proceedings of International Bird Strike Committee, IBSC Meeting and Seminario Internacional Perigo Aviario e Fauna**, Brasília, p. 1-13, 2008.
- BLACKWELL, F. B. *et al.* Lasers as non-lethal avian repellents: potential applications in the airport environment. **Federal aviation administration technology transfer conference**. 2002.
- BRASIL; MINISTÉRIO DA DEFESA; COMANDO DA AERONÁUTICA. Manual de Gerenciamento de Risco de Fauna. **BCA**, n. 212, 11 dez. 2017.
- BASTOS, L. C. Brazilian avian hazard control program-educational initiatives. **Proceedings of 25th International Bird Strike Committee Meeting**. International Bird Strike Committee, p. 17-20, 2000.
- BRUNO, S. F.; BARRETO, J. R. **Aves e aeronaves: riscos e desafios para a ciência e sociedade quanto ao perigo aviário**. Niterói: Eduff, 2016.
- CARVALHO, C. E. A. **Eficiência da falcoaria com *Parabuteo unicinctus* no controle da avifauna em dois aeroportos brasileiros**. 2018. Tese (Doutorado em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2018.
- DESOKY, A. S. S. A Review of Bird Control Methods at Airports. **Global Journal of Science Frontier Research**, v. 14, p. 41–50, 2014.
- DEVAULT, T. L. *et al.* Interspecific Variation in Wildlife Hazards to Aircraft: Implications for Airport Wildlife Management. **Wildlife Society Bulletin**, v. 35, n. 4, p. 394-402, 2011.
- DOLBEER, R. A.; BELANT, J. L.; SILLINGS, J. L. Shooting gulls reduces strikes with aircraft at John F. Kennedy International Airport. **Wildlife Society Bulletin**, v. 21, p. 442-450, 1993.
- DOPPLER, S.M. *et al.* Cowbird responses to aircraft with lights tuned to their eyes: Implications for bird-aircraft collisions. **The Condor**, v. 117, p. 165-177, 2015.

ERICKSON, W. P.; JOHNSON, G. D.; YOUNG Jr. D. P. A Summary and Comparison of Bird Mortality from Anthropogenic Causes with an Emphasis on Collisions. **USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-191**, 2005.

FRONEMAN, A.; VAN ROOYEN, M. The successful implementation of a border collie bird scaring program at Durban International Airport, South Africa. [S. I.].

GODIN, A. F. **Birds at airports**. Prevention and control of wildlife damage. Lincoln: Cooperative Extension Division Institute of Agriculture and Natural Resources University of Nebraska, 1994.

HARRIS, R. E.; DAVIS, R. A. Evaluation of the efficacy of products and techniques for airport bird control. **Department of Transport**, Canada, 1998.

JAIN, S.; SHARMA, S. K.; JAIN, K. Meta-Analysis of Fixed, Random and Mixed Effects Models. **International Journal of Mathematical, Engineering and Management Sciences**, v. 4, n. 1, p. 199-218, 2019. DOI: <https://dx.doi.org/10.33889/IJMEMS.2019.4.1-018>.

KITOWSKI, I. *et al.* Falconer activities as a bird dispersal tool at Deblin Airfield (E Poland). **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 16, n. 1, p. 82-86, 2010.

KITOWSKI, I. *et al.* Birdstrike risk management at a military airfield using falconer activity. **Polish Journal of Environmental Studies**, v. 20, p. 683-690, 2011.

LUIZ, A. J. B. Meta-análise: definição, aplicações e sinergia com dados espaciais. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 407-428, 2002.

MARATEO, G. *et al.* Habitat use by birds in airports: a case study and its implications for bird management in south american airports. **Applied Ecology and Environmental Research**, v. 13, n. 3, p. 799-808, 2015.

METZ, I. C. *et al.* The Bird Strike Challenge. **Aerospace**, v. 7, n. 26, p. 1-20, 2020. DOI: <https://dx.doi.org/10.3390/aerospace7030026>

NAKAGAWA, S.; SANTOS, E. S. A. Methodological issues and advances in biological meta-analysis. **Evolutionary Ecology**, v. 26, p. 1253–1274, 2012.

NASCIMENTO, I. L. S. *et al.* Diagnóstico da situação nacional de Colisões de aves com Aeronaves. **Ornithologia**, v. 1, n. 1, p. 93-104, 2005.

NAVARRO-GONZALEZ, Nora; JAY-RUSSELL, Michele T. Use of falconry to deter nuisance birds in leafy greens fields in Northern California. **Proceedings of the Vertebrate Pest Conference**, v. 27, p. 209-216, 2016.

O'SHEA, W. *et al.* Line of sight: simulated aerial avian predators can reduce problematic bird flyovers of airfields. **Human–Wildlife Interactions**, v. 14, n. 3, p. 358-364, 2020.

PACHECO, J.F. *et al.* Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee – second edition. **Ornithology Research**, v. 29, p. 94-105, 2021.

PATTERSON, B. Wildlife control at Vancouver International Airport: introducing border collies. **International Bird Strike Committee**, IBSC25/WP-A6, p. 1–7, 2000.

PEREIRA, J. A. C. Perigo aviário diante da conexão dos direitos ambiental e aeronáutico, Monografia de Especialização. **Centro de Formação de Recursos Humanos em Transportes**, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2008.

PITLIK, T. J.; WASHBURN, B. E. Using Bird Strike Information to Direct Effective Management Actions within Airport Environments. **Proceedings of the Vertebrate Pest Conference**, v. 22, p. 225-229, 2012.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**. Viena, Austria, 2022.

SEAMANS, T. W. *et al.* Does tall grass reduce bird numbers on airports? results of pen test with Canada geese and field trials at two airports, 1998. **1999 Bird Strike Committee-USA/Canada**, First Joint Annual Meeting, Vancouver, BC. 29, 1999.

SEAMANS, T. W. Response of Roosting T Response of Roosting Turkey Vultures to a Vulture Effigy. **Ohio Journal of Science**, v. 104, n. 5, p. 136-138, 2004.

SEAMANS, T. W.; BARRAS, S. C.; BERNHARDT, G. E. Comparison of 2 vegetation-height management practices for wildlife control at airports. **Human–Wildlife Conflicts**, v. 1, n. 1, p. 97-105, 2007.

SEAMANS, T. W.; HICKS, C. R.; PREUSSER, K. J. Dead bird effigies: A nightmare for gulls? **2007 Bird Strike Committee USA/Canada**, 9th Annual Meeting, Kingston, Ontario, 15, 2007.

SODHI, N. S. Competition in the air: birds versus aircraft. **The Auk**, v. 119, n. 3, p. 587-595, 2002.

SOLMAN, V. E. F. Birds and Aviation. **Environmental Conservation**, v. 8, n. 1, p. 45-51, 1981.

SWADDLE, J. P. *et al.* A sonic net excludes birds from an airfield: implications for reducing bird strike and crop losses. **Ecological Applications**, v. 26, n. 2, p. 339-345, 2016.

TUMMERS, B.; VAN DER LAAN, J.; HUYSER, K. DataThief III version 1.6. URL <https://datathief.org>. van der Putten, WH, Ruitter, PC de, Bezemer, TM, Harvey, JA, Wassen, M., Wolters, v. 2004, p. 487-494, 2006.

VIECHTBAUER, W. Conducting Meta-Analyses in R with the metafor Package. **Journal of Statistical Software**, v. 36, n. 3, p. 1–48, 2010.

WASHBURN, B. E.; CHIPMAN, R. B.; FRANCOEUR, L. C. Evaluation of Bird Response to Propane Exploders in an Airport Environment. **Proceedings of the Vertebrate Pest Conference**, v. 22, p. 212-215, 2006.

WASHBURN, B. E.; SEAMANS, T. W. Managing Turfgrass to Reduce Wildlife Hazards at Airports. *In*: DeVault, T. L.; Blackwell, B. F.; Belant, J. L. **From Wildlife in Airport Environments: Preventing Animal-Aircraft Collisions through Science-Based Management**: Baltimore, 2013. p. 105-114.

**APÊNDICE A - LISTA DOS 24 ESTUDOS SELECIONADOS PARA A REVISÃO
SISTEMÁTICA E META-ANÁLISE.**

Os asteriscos indicam os estudos incluídos também na meta-análise.

AUTOR(ES)	TÉCNICA	PAÍS
*O'Shea <i>et al.</i> (2020)	Pipa-falcão	Irlanda
*Froneman e Rooyen (2014)	Patrulha com cães	África do Sul
*Marateo <i>et al.</i> (2014)	Controle da altura da grama	Argentina
*Seamans <i>et al.</i> (2007)	Controle da altura da grama	Estados Unidos
*Seamans <i>et al.</i> (1999)	Controle da altura da grama	Estados Unidos
*Seamans <i>et al.</i> (2007)	Efígies	Estados Unidos
*Seamans (2004)	Efígies	Estados Unidos
*Washburn <i>et al.</i> (2006)	Explosivos de propano	Estados Unidos
*Kitowski <i>et al.</i> (2011)	Falcoaria	Polônia
Battistoni <i>et al.</i> (2011)	Falcoaria	Itália
*Swaddle <i>et al.</i> (2016)	Rede sônica	Estados Unidos
Gonzales & Russell (2016)	Falcoaria	Estados Unidos
Goodhue e Baumgartner (1965)	Repelentes químicos	Estados Unidos
*Kitowski <i>et al.</i> (2011)	Falcoaria	Polônia
*Carvalho <i>et al.</i> (2018)	Falcoaria	Brasil
Doppler <i>et al.</i> (2015)	Luzes na aeronave	Estados Unidos
Washburn e Seamans (2004)	Controle da altura da grama	Estados Unidos
Dolbeer <i>et al.</i> (1993)	Tiros	Estados Unidos
Seamans <i>et al.</i> (2007)	Dissuasores de poleiro	Estados Unidos
*Abreu <i>et al.</i> (2017)	Controle da altura da grama	Brasil
*Barras <i>et al.</i> (2000)	Controle da altura da grama	Estados Unidos
Blackwell <i>et al.</i> (2002)	Laser	Estados Unidos
Patterson (2000)	Patrulha com cães	Canadá
*Carragher <i>et al.</i> (2012)	Controle da altura da grama	Estados Unidos

**APÊNDICE B – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS USADAS NA REVISÃO
SISTEMÁTICA E META-ANÁLISE**

- ABREU, T. L. dos S. *et al.* Avaliação de Diferentes Alturas de Grama para Controle de Aves em um Aeroporto Brasileiro. **Revista Conexão Sipaer**, 2017.
- BARRAS, S.C. *et al.* Bird and small mammal use of mowed and unmowed vegetation at John F. Kennedy International Airport, 1998 to 1999. **Proceedings of the Vertebrate Pest Conference**, **19**, 2000.
- BATTISTONI, V.; MONTEMAGGIORI, A.; IORI, P. Beyond falconry between tradition and modernity: a new device for bird strike hazard prevention at airports. [S.I.].
- BLACKWELL, F.B. *et al.* Lasers as non-lethal avian repellents: potential applications in the airport environment. **Federal aviation administration technology transfer conference**. 2002.
- CARRAGHER *et al.* Effects of grassland alteration from mowing and fire on Bird activity at a Colorado airfield. **Human-Wildlife Interactions**. V. 6, n. 2, 2012.
- CARVALHO *et al.* Bird responses to Falconry activity reduces the risk for acidentes involving bird strikes at a Brazilian Airport. [S.I.].
- DOLBEER, R. A.; BELANT, J. L.; SILLINGS, J. L. Shooting gulls reduces strikes with aircraft at John F. Kennedy International Airport. **Wildlife Society Bulletin**, v. 21, p. 442-450, 1993.
- DOPPLER, S.M. *et al.* Cowbird responses to aircraft with lights tuned to their eyes: Implications for bird-aircraft collisions. **The Condor. Ornithological Applications**. V.117, p. 165-177, 2015.
- FRONEMAN, A.; VAN ROOYEN, M. The successful implementation of a border collie bird scaring program at Durban International Airport, South Africa. [S. I.].
- GOODHUE, L.D.; BAUMGARTNER, F. M. Applications of new bird control chemicals. **The Journal of Wildlife Management**, p. 830-837, 1965.
- KITOWSKI, I. *et al.* Falconer activities as a bird dispersal tool at Deblin Airfield (E Poland). **Transportation Research**, 2010.
- KITOWSKI, I. *et al.* Birdstrike risk management at a military airfield using falconer activity. **Pol. J. Environ. Stud**, v. 20, p. 683-690, 2011.
- MARAGAKIS, I. Bird population trends and their impact on Aviation safety 1999–2008. **Executive Directorate-Safety Analysis and Research Department, European Aviation Safety Agency**. 2009.

MARATEO, G. *et al.* Habitat use by birds in airports: a case study and its implications for bird management in south american airports. **Applied Ecology and Environmental Research**, v. 13, n. 3, p. 799-808, 2015.

NAVARRO-GONZALEZ, Nora; JAY-RUSSELL, Michele T. Use of falconry to deter nuisance birds in leafy greens fields in Northern California. In: **Proceedings of the Vertebrate Pest Conference**. 2016.

O'SHEA, W. *et al.* Line of sight: simulated aerial avian predators can reduce problematic bird flyovers of airfields. **Human–Wildlife Interactions**, v. 14, n. 3, p. 358-364, 2020.

PATTERSON, B. Wildlife control at Vancouver International Airport: introducing border collies. **International Bird Strike Committee**, 2000.

SEAMANS, T. W. Response of Roosting T Response of Roosting Turkey Vultures to a Vulture Effigy. **OHIO J SCI**, v. 104, n. 5, p. 136-138, 2004.

SEAMANS, T. W. *et al.* Does tall grass reduce bird numbers on airports?: results of pen test with Canada geese and field trials at two airports, 1998. **1999 Bird Strike Committee-USA/Canada**, First Joint Annual Meeting, Vancouver, BC. 29, 1999.

SEAMANS, T. W.; HICKS, C. R.; PREUSSER, K. J. Dead bird effigies: A nightmare for gulls? **2007 Bird Strike Committee USA/Canada**, 9th Annual Meeting, Kingston, Ontario, 15, 2007.

SEAMANS, T. W.; BARRAS, S. C.; BERNHARDT, G. E. Comparison of 2 vegetation-height management practices for wildlife control at airports. **Human–Wildlife Conflicts**, v. 1, n. 1, p. 97-105, 2007.

SEAMANS, T.W.; BARRAS, C.S.; BERNHARDT, E.G. Evaluation of two perch deterrents for starlings, blackbirds and pigeons. **International Journal of Pest Management**, v.53, p.45-51, 2007.

SWADDLE, J. P. *et al.* A sonic net excludes birds from an airfield: implications for reducing bird strike and crop losses. **Ecological Applications**, v. 26, n. 2, p. 339-345, 2016.

WASHBURN, B. E.; CHIPMAN, R. B.; FRANCOEUR, L. C. Evaluation of Bird Response to Propane Exploders in an Airport Environment. **Univ. of Calif.**, Davis, p. 212-215, 2006.

WASHBURN, B. E.; SEAMANS, T. W. Managing Turfgrass to Reduce Wildlife Hazards at Airports. **USDA National Wildlife Research Center - Staff Publications**, n. 1603, 2013. Disponível em: https://digitalcommons.unl.edu/icwdm_usdanwrc/1603 Acesso em: 21 dez. 2021.