
Avaliação de Diferentes Alturas de Grama para Controle de Aves em um Aeroporto Brasileiro

Tarcísio Lyra dos Santos Abreu ¹, Nájara Veras Grossmann, Marina Motta De Carvalho, Daniel Marques Alves Velho, Vitor Cesar de Campos, Camila de Mesquita Lopes

1 tarcisioabreu@hotmail.com

RESUMO: A gestão da altura de grama é uma ferramenta importante como estratégia de prevenção contra riscos de fauna em aeroportos. Alturas diferentes e a composição de espécies da vegetação podem atrair um grupo variado de espécies, de maior ou menor risco, para este tipo de ambiente. Portanto, o objetivo deste estudo inclui a caracterização das espécies que compõem a cobertura vegetal do Aeroporto Internacional Presidente Juscelino Kubitschek e comparar a atividade de aves potencialmente perigosas em três padrões de gestão de grama na área operacional de um aeródromo brasileiro. Testamos três alturas e tratamentos de roçagem: HF (grama alta e alta frequência de roçagem), LI (grama baixa e roçagem não frequente) e LF (grama baixa e roçagem frequente). Todas as análises foram feitas separadamente para espécies de aves que apresentaram o maior risco em potencial: o Quero-quero *Vanellus chilensis*, o Carcará *Caracara plancus*, e os dados coletivos de outras espécies de risco. A abundância de espécies de aves foi comparada utilizando GLMM na base de dois fatores: (1) tratamento de altura de grama e (2) com a roçagem/ sem roçagem. Nossos resultados confirmaram que a altura de grama acima de 30 cm é eficiente em desencorajar a presença de aves de risco em aeródromos brasileiros. Apesar do fato que as estratégias de manejo de altura de grama devem ser estabelecidas de acordo com as características locais, de forma geral aeroportos tropicais podem se beneficiar deste resultado e testar se essa altura é apropriada para o manejo de suas espécies de risco. Mesmo assim, para o manejo da grama funcionar de maneira eficiente em ambientes de aeroporto esta estratégia deve ser completamente integrada nas operações do aeroporto e nas atividades de planejamento.

Palavras Chave: Manejo de fauna. Altura de grama. Colisão com fauna, *Vanellus chilensis*. *Caracara plancus*.

Evaluation of Different Grass Height Management Patterns for Bird Control in a Tropical Airport

ABSTRACT: Grass height management is an important tool as a wildlife hazard prevention strategy on airports. Different grass heights, mowing regimes, and grass species composition can attract varied groups of species representing different levels of risk for this kind of environment. Therefore, the goal of this study was to characterize the species that make up the grass cover of the *Aeroporto Internacional Presidente Juscelino Kubitschek* and compare potentially hazardous bird activities within three grass management patterns in operation areas of a Brazilian aerodrome. We tested three grass heights and mowing treatments: HF (Tall grass and high frequency mowing), LI (Low grass and infrequent mowing) and LF (low grass and frequent mowing). All analyses were done separately for the species presenting the greatest potential hazard: Southern Lapwing *Vanellus chilensis*, Southern Crested Caracara (*Caracara plancus*), and the collective data of other hazardous bird species. Bird species abundance was compared by GLMM based on two factors: (1) grass height treatment, and (2) mowing/no mowing activities. Our results confirm that grass height at >30 cm is effective to deter the presence of some species of hazardous birds on this airfield. Grass height management strategies should be investigated and conducted at different sites, however, tropical airports can benefit from the results of this study and test whether this height is also appropriate for local species risk management. Nevertheless, for grass management to effectively work in airport settings, this strategy must be fully integrated into airport operations and planning activities.

Key words: Wildlife management. Long grass policy. Birdstrike. *Vanellus chilensis*. *Caracara plancus*.

Citação: Abreu, TLS, Grossmann, NV, Carvalho, MM, Velho, DMA, Campos, VC, Lopes, CM. (2017) Avaliação de Diferentes Alturas de Grama para Controle de Aves em um Aeroporto Brasileiro. *Revista Conexão Sipaer*, Vol. 8, No. 1, pp. 80-91.

1 INTRODUÇÃO

À medida que a atividade da aviação civil cresce em todo o mundo, as colisões entre aeronaves e fauna tornam-se questões de segurança e financeiras para a indústria da aviação. Ainda que as colisões com aves ocorram a uma baixa taxa de incidência (uma em cada 2000 voos), o risco de perda de vidas humanas ainda está presente (Thorpe 2016). Além desse risco, as perdas financeiras diretas (isto é, custo de reparos de danos, cancelamentos de voos, etc.) e indiretas (isto é, perda de negócios de clientes e redirecionamento de passageiros) podem ocorrer também. Na maioria dos casos, os custos indiretos ultrapassam os custos diretos (Flight Safety Foundation 2002). Estima-se que as colisões com fauna custem à indústria global de aviação civil cerca de

US \$ 1.2 bilhão por ano, mas esse valor é considerado conservador porque uma grande proporção dos dados sobre as companhias aéreas não se encontra facilmente disponível (Allan, 2002).

O aumento de algumas populações de aves em áreas urbanas, bem como a utilização de turbinas a jato mais rápidas e silenciosas, menos perceptíveis pelas aves, tem aumentado o risco de colisões, causando uma preocupação crescente entre as autoridades aeronáuticas (Sodhi, 2002). A qualidade dos dados de colisões com fauna também pode ter melhorado em muitos países, particularmente nos casos em que a notificação se tornou obrigatória, portanto, aumentando os números de dessas colisões com o tempo (Mackinnon et al., 2004, FAA 2007, CAA 2013).

Para reduzir o risco e as consequências associadas às colisões com aves, os aeroportos devem implementar programas de monitoramento e manejo da fauna (IBSC 2006, ICAO 2012). O gerenciamento do risco da fauna nos aeroportos deve consistir numa série de medidas concentradas na redução de tais colisões. Essas medidas incluem estratégias como repelentes de aves e controle direto de espécies por meio de técnicas de captura e remoção. No entanto, o método mais eficaz a longo prazo para diminuir o número de aves em aeródromos é modificar o habitat para torná-lo desinteressante para a fauna (Brough & Bridgeman, 1980; Buckley & McCarthy 1994, Novaes & Alvarez, 2014).

O manejo do habitat oferece uma técnica não letal para reduzir a presença de fauna em aeroportos e, em geral, visa remover ou gerenciar agentes de atração associados a alimentos, água e abrigo. O tipo de vegetação do aeródromo tem um impacto direto sobre a composição da fauna local, fornecendo tanto alimento quanto áreas de nidificação, especialmente para aves (Barras & Seamans, 2002, Washburn & Seamans 2004; Linnel et al. 2009, Blackwell et al. 2013). O ambiente do aeródromo também pode ser atraente para muitos grupos de animais, devido à disponibilidade de recursos de forragem e de água, abrigo e locais de reprodução (Washburn & Seamans 2004, DeVault et al 2011). Em áreas altamente urbanizadas, os aeródromos podem oferecer grandes áreas de habitat com pastagem e, portanto, podem ser particularmente atraentes para aves perigosas que usam essas áreas abertas (DeVault et al., 2012, Washburn & Seamans, 2013).

O manejo da vegetação é um método eficiente para reduzir a presença de aves nos habitats aeroportuários, em particular o manejo da altura da vegetação e o regime de corte associado, a modificação e seleção da composição das espécies vegetais, e a remoção de árvores e arbustos (Dekker 2000, Brought & Bridgman 1980, Mead & Carter 1973). Embora as agências oficiais de segurança da aviação reconheçam que o manejo da vegetação pode ser eficaz para reduzir a presença de aves nos aeroportos (Mackinnon et al. 2004, De Fusco e outros. 2005 IBSC 2006, FAA 2007, ICAO 2012, CAA 2013), não existe consenso acerca das recomendações específicas relativas a decisões sobre o manejo por parte da autoridade aeroportuária local (Blackwell et al. 1999; Seamans et al. 1999, Cleary and Dolbeer 2005, Blackwell et al. 2013, Washburn & Seamans 2013). Em geral, a grama mais alta pode interferir com a detecção de predadores, visibilidade, capacidade de alimentação e movimentação no solo de algumas espécies de aves. No entanto, essa estratégia de manejo também pode aumentar a cobertura e os recursos alimentares para outras espécies potencialmente perigosas (Washburn & Seamans, 2013). Mesmo após discussões substanciais nos últimos 50 anos sobre a importância das técnicas de manejo de gramíneas, poucos estudos avaliaram a efetividade de técnicas de manejo integrado sobre abundância de aves (Deacon & Rochard 2000, Seamans et al., 2007). Está bem documentado que a monitoração contínua é crucial para se determinar a eficácia das técnicas de redução dos riscos da fauna, e as técnicas de manejo das áreas verdes não são exceção (Washburn & Seamans, 2013).

As estratégias de manejo espécie específicas da fauna tendem a ser as mais efetivas (Barras & Seamans 2002), mas a falta de estudos de manejo para espécies locais em aeroportos tropicais é particularmente observável (Linnel et al 2009, Novaes & Alvarez 2010). De acordo com a base de dados de colisões com fauna gerenciada pelo Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA), 25,3% das colisões onde a espécie foi identificada envolveram o Quero-Quero (*Vanellus chilensis*) e 8,4% foram classificadas como colisão com Carcarás (*Caracara plancus*). Um padrão semelhante foi observado nos registros de colisões com fauna no Aeroporto Internacional Presidente Juscelino Kubitschek (SBBR). De janeiro de 2000 a novembro de 2012, 461 colisões foram relatadas em SBBR, em que 86 (19,3%) foram causadas por Quero-Quero, e 58 (13%) por Carcarás. Essas espécies são conhecidas por seus comportamentos de alto risco, especialmente seus comportamentos territoriais, de nidificação, gregários e de forrageamento em grama curta (Marateo et al., 2015). O Quero-Quero tende a forragear e aninhar na vegetação rasteira (Saracura 2003). O Carcará tem se adaptado bem aos ambientes urbanos, consumindo o alimento disponível em forma de carniça, lixo, frutas, insetos, e vertebrados pequenos (Sick 1997, Montalvo et al., 2011).

Este artigo relata os efeitos dos padrões de manejo de grama de uma pista de aeródromo sobre as frequências de aves potencialmente perigosas. Avaliamos qual altura de grama é menos atrativa para as espécies de aves, em dois cenários diferentes: sem corte, e até 10 dias após um evento de corte. Testamos se a altura e a frequência de corte afetaram a abundância de aves. A previsão testada foi que as áreas cobertas de grama cortada frequentemente a baixa altura são mais atrativas para espécies perigosas. Também previmos que os primeiros dez dias após o corte também deveriam corresponder a maior abundância de aves. Nossos resultados fornecem ideias que visam ajudar outras autoridades aeroportuárias a desenvolverem sua própria estratégia de manejo de gramíneas.

2 MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

Este estudo foi realizado no Aeroporto Internacional Presidente Juscelino Kubitschek (SBBR), a 15°52'09" S 047°55'15" W em Brasília - DF, Brasil. A área do aeroporto é composta por 11.200 ha, dos quais 1.716 ha estão sob uso militar, e suporta duas pistas principais, dois terminais de passageiros, um terminal de carga, vários hangares e postos de gasolina. Zonas urbanas

e extensas áreas naturais fazem fronteira com o aeródromo. O aeroporto está situado dentro de uma Área de Proteção Ambiental conhecida como Gama e Cabeça de Veado. Os tipos de vegetação do Cerrado (conforme descrito por Ribeiro e Walter 1998), como campos limpos, campos úmidos e Cerrado típico (localmente conhecido como "cerrado stricto sensu") são adjacentes à Área de Operação do Aeroporto. Estas áreas podem fornecer recursos amplos para a fauna, incentivando a alta atividade de animais domésticos e selvagens em estreita proximidade com o aeroporto. O Cerrado é uma savana tropical com duas estações climáticas bem definidas, uma seca e fria (com precipitação média de 116mm) e outra quente e seca (com uma média de 1383mm de chuva) (Cardoso, et al, 2015).

2.2 Altura da Grama / Tratamento de Corte

Realizamos uma pesquisa em julho de 2012 para identificar as espécies de gramíneas e suas abundâncias no aeródromo de SBBR. Amostras de gramíneas foram coletadas durante 7 dias não consecutivos em áreas adjacentes à pista 11R-29L. Pequenos quadrados de amostragem medindo 20x20cm foram lançados aleatoriamente em quadrantes preestabelecidos. Estes quadrantes foram estabelecidos de acordo com as pistas, onde cada pista foi dividida em oito quadrantes igualmente espaçados. Percorremos então um padrão em zigue-zague dentro do quadrante lançando um quadrado a cada 10m. Todos os indivíduos foram contados e identificados dentro do quadrado de amostragem.

Para a experiência altura/corte, foram determinadas seis áreas experimentais localizadas em áreas gramadas adjacentes à pista 11R (Figura 1). Cada área experimental media 100 m por 100 m de largura, espaçada a 20 metros uma da outra. Em geral, a área experimental ocupava 6 ha da área operacional de 32 ha do aeroporto. Três tratamentos de altura de relva foram testados com valores mínimos após o corte e valores máximos antes do corte. Como este estudo pretendia avaliar o efeito do corte, nosso projeto experimental centrou-se na frequência de corte, em diferentes faixas entre as alturas mínima e máxima, não apenas nos diferentes tratamentos de altura. Os tratamentos experimentais foram: Baixo e Frequente (LF) de 5cm a 30cm, Alto e Frequente (HF) de 30cm a 50cm e Baixo e Infrequente (LI) de 5cm a 50cm. Cada tratamento tinha duas áreas replicadas. Portanto, os tratamentos de LF e HF eram cortadas com mais frequência em comparação com LI, ao passo que os tratamentos LF e LI mantinham uma altura de grama mais curta em comparação com o tratamento HF. As alturas da grama foram medidas aleatoriamente durante as inspeções de aves. Os resultados dessas medições determinavam quando a grama necessitava ser cortada (isto é, quando excedia a altura máxima designada para a respectiva área), sendo a grama cortada na altura mínima recomendada para cada tratamento. As observações feitas até dez dias após o corte eram classificadas como de "corte". Após esse período, eram reclassificados para o seu estado de pré-corte - "sem corte".

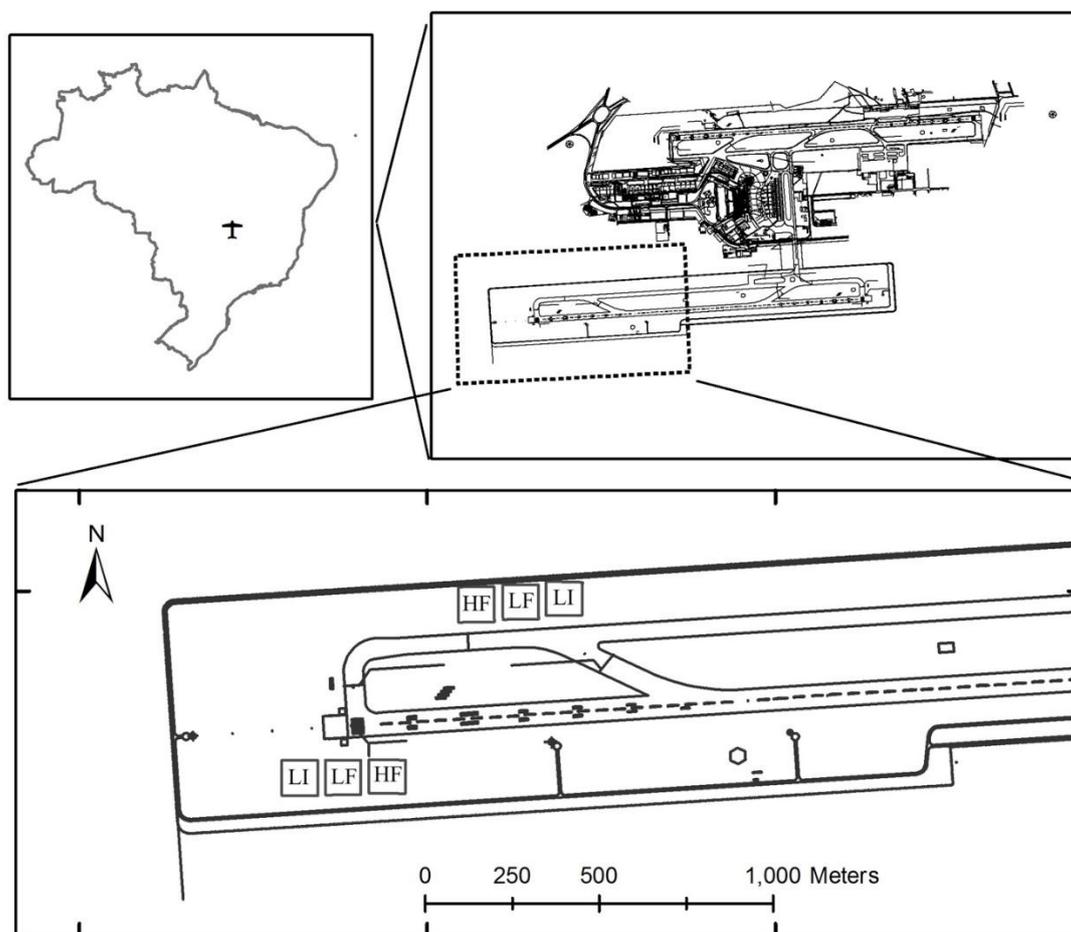


Figura 1: Mapa das seis áreas experimentais na pista de pouso 11R-29L no Aeroporto Internacional Presidente Juscelino Kubitschek, Brasília-DF, Brasil (15°52'09" S, 47°55'15" W).

2.3 Inspecções das Aves

Utilizamos o método de contagem de pontos durante 5 min para estimar a abundância de aves por espécie em cada área (Bibby *et al.* 2000). Essas inspeções eram realizadas uma ou duas vezes por semana, durante o período de estudo do tratamento de altura/corte, de 14 de outubro de 2011 a 23 de maio de 2012, nas seis áreas, entre 06:00 e 20:00 horas. Tentamos variar o tempo do recenseamento, a fim de evitar vieses sazonais ou circadianos na atividade das aves. As inspeções registraram todas as espécies de aves usando cada área. Para determinar o potencial de perigo aviário, classificamos as espécies locais de acordo com uma classificação heurística (Allan 2006) e também uma matriz brasileira de risco (CONAMA 2015), com base nas classificações locais de frequência e gravidade (De Vault *et al.* 2011). Foram realizadas análises separadas para as duas espécies de maior risco, o Quero-Quero (*Vanellus chilensis*) e o Carcará (*Caracara plancus*), bem como os dados coletivos de outras espécies de risco local. De acordo com a matriz de risco, este grupo incluiu aves de rapina, tais como o gavião-carijó (*Rupornis magnirostris*) e o quiriquiri (*Falco sparverius*); O urubu-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*), a maria-faceira (*Syrigma sibilatrix*), a curicaca (*Theisticus caudatus*), a rolinha-roxa (*Columbina talpacoti*), a pomba-asa-branca (*Patagioenas picazuro*) e a polícia-inglesa-do-sul (*Sturnella supercilialis*).

2.4 Análises Estatísticas

Utilizamos os Modelos Lineares Mistos Generalizados (GLMM) para analisar os efeitos de três fatores fixos: 1) *tratamento*, o que corresponde às diferentes alturas da grama nos tratamentos de corte (HF, LF, LI); E 2) *corte*, que engloba até dez dias após o corte ou "sem corte". Utilizou-se também o censo (aninhado em dias) como fator aleatório nas análises para minimizar os problemas de pseudorreplicação relacionados aos efeitos de medições repetidas nos mesmos pontos, ou censo que ocorra em períodos distintos no mesmo dia (máx = 3). As variáveis de resposta foram testadas separadamente para as três abundâncias (Quero-Quero, Carcará, e dados coletivos de outras espécies locais perigosas). Como a abundância mede as contagens do censo das aves, utilizamos a distribuição de Poisson para criar modelos de efeitos fixos (McDonald *et al.*, 2000, Conquest 2000, Manly 2008). O modelo global considerou ambos os fatores, e sua interação foi comparada a um modelo aditivo, somente modelo *tratamento* e somente modelo *corte*. Os modelos foram determinados para cada variável de resposta, e foram testados principalmente em relação à relevância dos efeitos aleatórios e, os efeitos fixos por um teste de razão de verossimilhança. Os melhores modelos foram selecionados por variação das medidas de critério de informação de Akaike (dAIC <2) (White & Burnham 1999). Os dados foram avaliados previamente para o ajuste de suposições subjacentes a testes estatísticos por um protocolo para exploração de erros de dados e avaliações gráficas residuais (Zuur *et al.*, 2009).

3 RESULTADOS

3.1 Composição das Espécies de Grama

Foram identificadas 8 espécies de plantas pertencentes a 4 famílias nas gramíneas adjacentes à pista 11R-29L: Braquiária ou "brachiaria" *Urochloa* (= *Brachiaria*) *decumbens*, Capim Mombaça (*Panicum maximum*), Capim-Natal [*Rhynchelytrum* (= *Melinis*) *repens*] e outras gramíneas não identificadas (Família Gramineae), Guanxuma [*Sida rhombifolia* (Malvaceae)], a leguminosa *Bauhinia* sp (Fabaceae-Caesalpinioideae), Avoadinha-Peluda (*Conyza bonariensis*) e Picão Branco (*Galinsoga parviflora*) (Compositae). A espécie mais dominante foi a Braquiária, abrangendo 79,3% das áreas amostradas, seguida pela Guanxuma e Capim-Mombaça cobrindo 14,9% e 4,8%, respectivamente. Para as áreas adjacentes à pista 11L-29R foram identificadas as seguintes espécies ordenadas por dominância: Braquiária (*Urochloa decumbens*) (74%), Capim Mombaça (*Panicum maximum*) (15,3%), Guanxuma (*Sida rhombifolia*), outras gramíneas não identificadas, Capim-Natal (*Rhynchelytrum repens*), Avoadinha-Peluda (*Conyza bonariensis*), a leguminosa *Bauhinia* sp e Picão Branco (*Galinsoga parviflora*). Os resultados sugerem que as coberturas de relva do aeródromo são compostas predominantemente de gramíneas não nativas.

3.2 Alturas da Grama

O tratamento com HF apresentou maior altura média de grama ($33,9 \pm 15,9$ cm) seguido de LI ($31,2 \pm 17,5$ cm) e LF ($26,3 \pm 10,5$ cm), indicando maior variação no tratamento LI e maior altura de grama no tratamento HF (Figura 2).

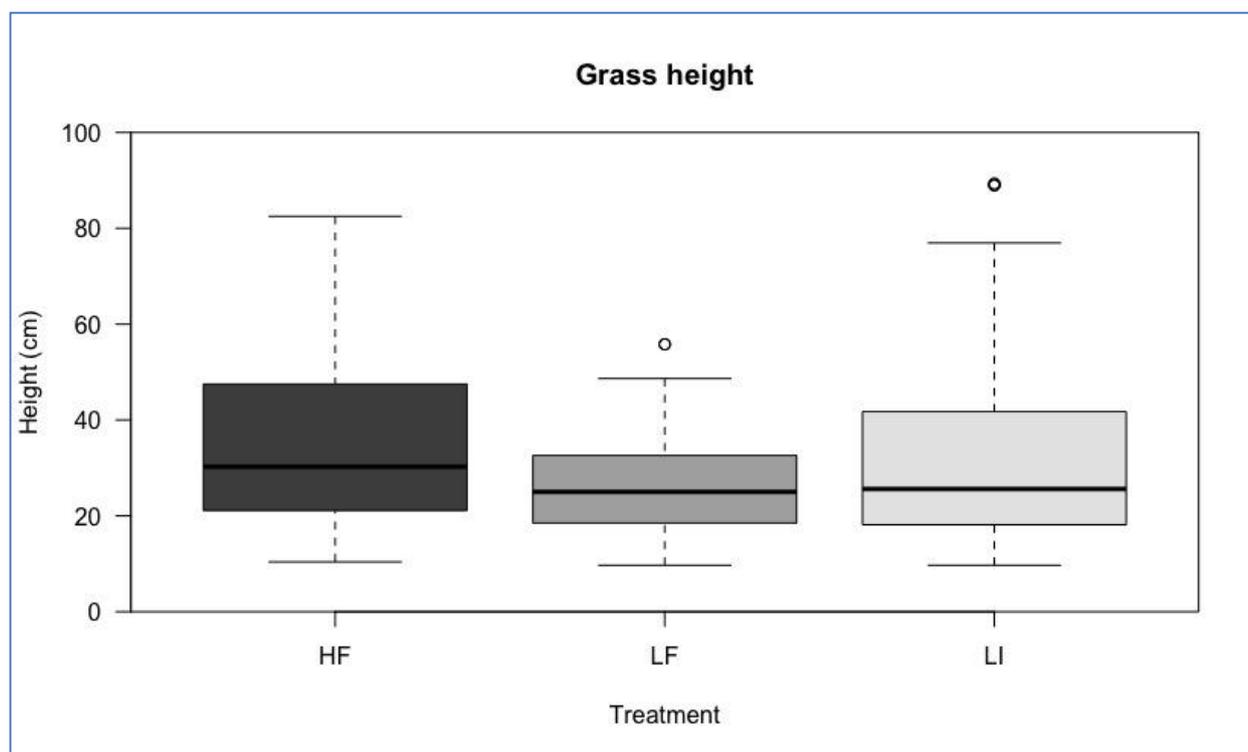


Figura 2: Boxplot das alturas da grama por tratamento: HF (Alta -Frequente) = 30-50cm, LF (Baixa-Frequente) = 5-30cm, LI (Baixa-Infrequente) = 5- 50cm.

3.3 Atividade das Aves e Alturas da Grama

Registramos 1.013 observações de aves durante 313 censos em 222 dias de amostragem, variando de 36 a 65 inspeções em cada área de amostragem. As observações consistiram de 423 Quero-Queros, 230 Carcarás, e outras 215 visualizações de espécies perigosas. Observamos 505 aves em tratamento LF, 165 em HF e 343 em LI. Entre todos os indivíduos amostrados, 389 estavam em áreas de "corte" (36 inspeções) e 624 em áreas "sem corte" (277 inspeções). Embora houvesse menos observações de corte, as grandes abundâncias de aves durante essa atividade sugerem que os períodos de corte são mais atrativos. Os resultados da seleção do modelo indicam que ambos os fatores fixos (*tratamento* e *corte*) foram relevantes para a abundância de aves. De acordo com o modelo selecionado, a abundância de Quero-Queros e de Carcarás difere significativamente entre os tratamentos, entre as duas ocasiões de corte e na interação de ambos os fatores. Estes resultados indicam que a altura máxima da grama, bem como o período de corte, influenciam a abundância das duas espécies mais perigosas. No entanto, esse efeito é diferente nos diferentes tipos de tratamentos. No caso de outras abundâncias de espécies perigosas, apenas o tratamento foi um fator significativo, e a presença ou ausência do efeito de corte não foi um fator importante para alterar a contagem de aves, mesmo entre os diferentes tipos de tratamento (Tabela 1).

Variáveis de Resposta (Y)	Tratamento	Corte	Tratamento*Corte	AIC	ΔAIC
Abundâncias de Quero-Queros <i>Vanellus chilensis</i>	***	**	**	1058.5 ⁺	-
	***	-	-	1070.8	12.3
	-	*	-	1089.5	31.0
	***	***	-	1134.4	75.9
Abundâncias de Carcarás <i>Caracara plancus</i>	***	***	***	303.3 ⁺	-
	***	<i>ns</i>	-	355.9	52.6
	***	-	-	375.1	71.8
	-	<i>ns</i>	-	403.8	100.5
Abundâncias de Outras espécies de Aves Perigosas	*	<i>ns</i>	<i>ns</i>	644.5	2.6
	**	<i>ns</i>	-	647.2	5.3
	**	-	-	641.9 ⁺	-
	-	<i>ns</i>	-	647.3	5.4

Legendas

*** igual a $p < 0.001$

** igual a $p < 0.01$

* igual a $p < 0.05$

ns - não significativo

"+" - melhores modelos selecionados

Tabela 1. Seleção de modelos mistos lineares generalizados (GLMM) de dois fatores fixos: *Tratamento* - correspondente a diferentes alturas de grama para tratamentos de corte, e *Corte* - correspondente a até dez dias após o corte ou "sem corte". Os modelos gerais (ambos os fatores e sua interação) foram comparados aos modelos aditivos, somente modelos de tratamento e somente modelos de corte. As variáveis de resposta foram testadas separadamente para três abundâncias de aves (Quero-Quero, Carcará, e os dados coletivos de outras espécies perigosas locais). Os melhores modelos foram selecionados por variação das medidas de Critério de Informação de Akaike ($\Delta AIC < 2,0$). Outras espécies de aves perigosas incluíram o Gavião-Carijó (*Rupornis magnirostris*), o Quiriquiri (*Falco sparverius*), o Urubu-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*), a Maria-Faceira (*Syrigma sibilatrix*), a Curicaca (*Theristicus caudatus*), pombas e pombos (*Columbina talpacoti*, *Patagioenas picazuro*) e a Polícia-inglesa-do-sul (*Sturnella superciliaris*)

A abundância de Quero-Queros variou entre os diferentes tratamentos de altura da grama e, como foi previsto, o tratamento com HF apresentou abundâncias menores de Quero-Quero. O maior número de indivíduos foi registrado no tratamento LI, seguindo-se LF (Tabela 2). Do mesmo modo, a abundância de Quero-Quero durante o "corte" foi maior do que durante o "sem corte", indicando que esta atividade aumenta significativamente o número de indivíduos. O corte parece afetar as abundâncias em cada tratamento de altura da grama de forma diferente. Para o HF, a média de Quero-Queros não apresentou grande variação antes e após as atividades de corte. A abundância de Quero-Queros apresentou maiores variações nos tratamentos LI e LF, principalmente durante o "corte" (Figura 3). Observamos também diferenças entre o número de indivíduos de Carcarás entre os três tratamentos (Figura 4). O tratamento LF foi significativamente maior do que os outros tratamentos, sugerindo que o anterior é mais atrativo para os Carcarás. Do mesmo modo, a abundância de Carcarás durante o "corte" é maior do que durante os períodos "sem corte", mas essas diferenças foram mais pronunciadas no tratamento com LF (Tabela 2). Para outras espécies perigosas locais, também foram detectadas diferenças na abundância de aves entre os três tratamentos de altura da grama (Figura 5). Mais uma vez, as abundâncias foram mais altas no tratamento com LF, em comparação com as de LI e HF (Tabela 2). Mas não observamos variação na abundância de outras espécies de aves perigosas relacionadas ao efeito de corte da grama. Estes resultados sugerem que o tratamento da altura da grama é um atrativo importante para outras espécies de aves perigosas, independentemente da presença ou ausência do efeito de corte. A falta de variação na abundância de outras espécies de aves perigosas em comparação com a variação observada para Quero-Queros e Carcarás relacionada ao "corte" indica que esta atividade não afeta outras espécies perigosas na mesma escala das espécies acima mencionadas.

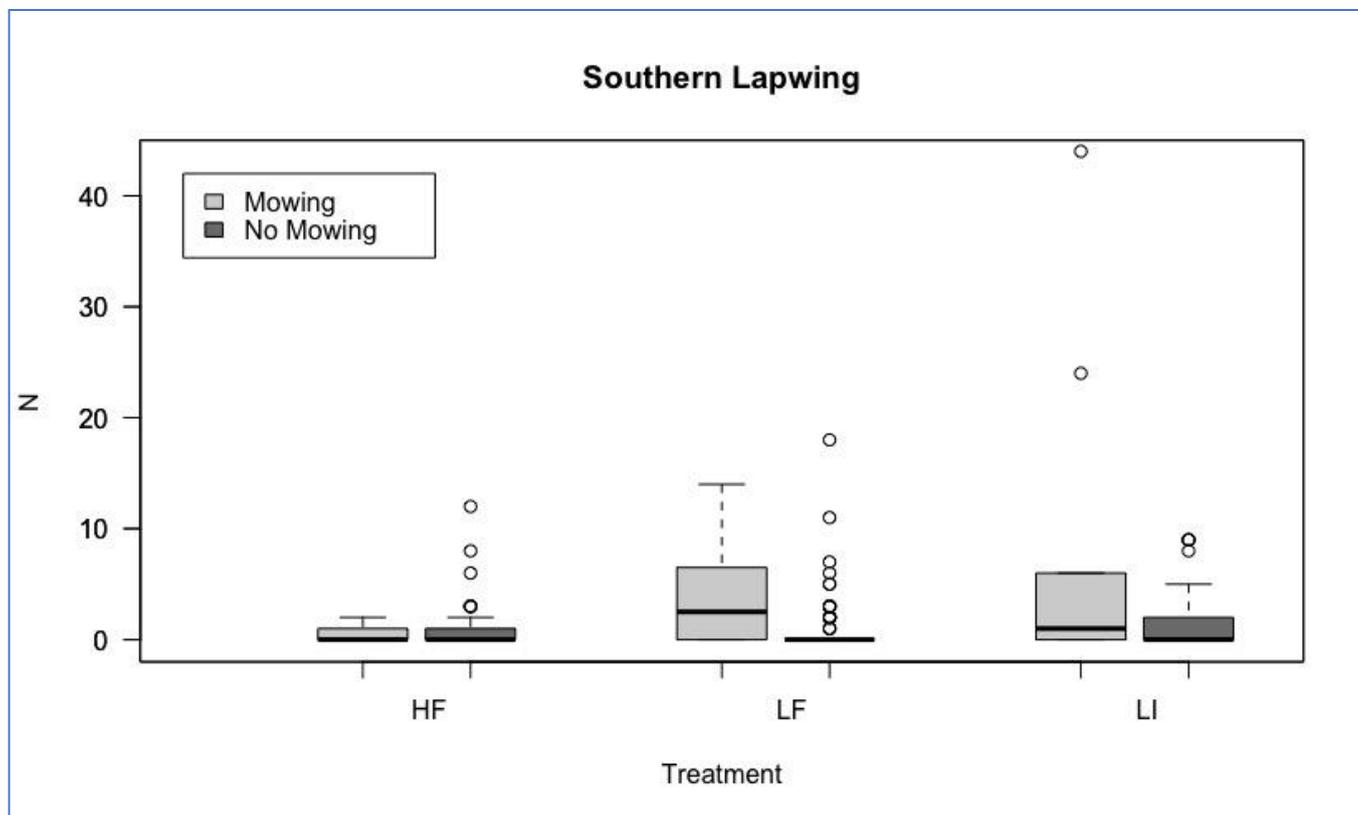


Figura 3: Boxplot relativo às abundâncias de Quero-Quero (*Vanellus chilensis*) por tratamento: HF (Alta-Frequente) = 30-50cm, LF (Baixa-Frequente) = 5-30cm, LI (Baixa-Infrequente) = 5-50cm. As barras escuras indicam atividades de "corte", as barras cinza-claro indicam atividades "sem corte".

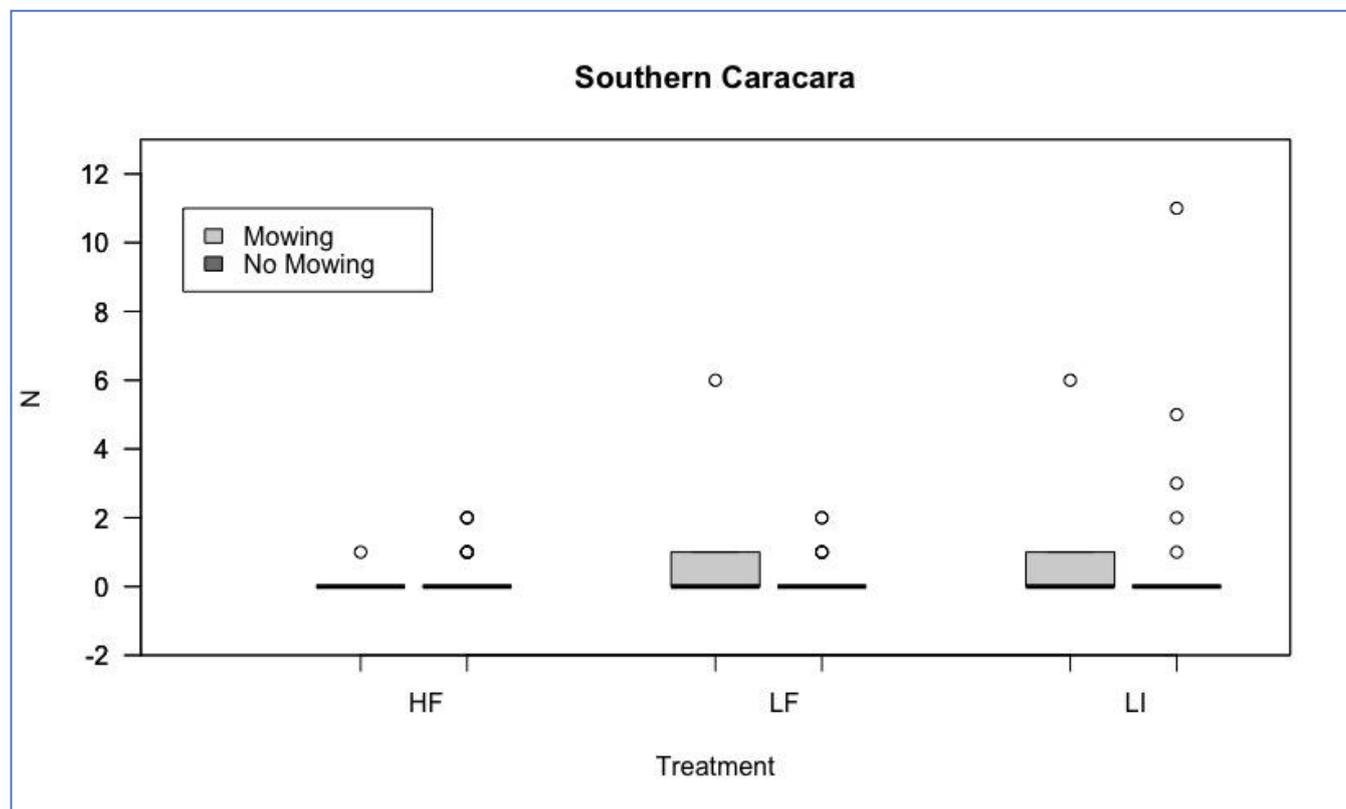


Figura 4: Boxplot relativo às abundâncias de Carcarás (*Caracara plancus*) por tratamento: HF (Alta-Frequente) = 30-50cm, LF (Baixa-Frequente) = 5-30cm, LI (Baixa-Infrequente) = 5-50cm. As barras escuras indicam atividades de "corte", as barras cinza-claro indicam atividades "sem corte".

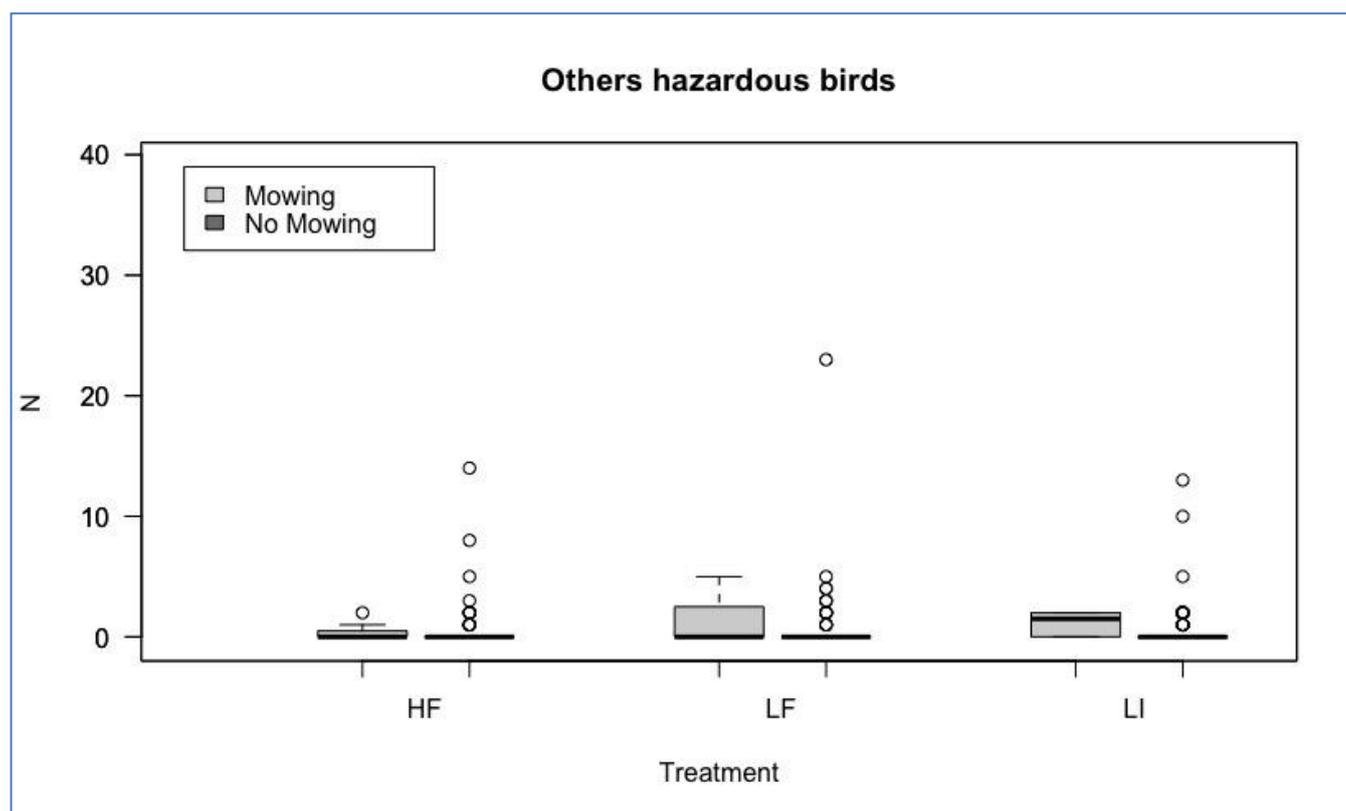


Figura 5: Boxplot das abundâncias de outras espécies de aves perigosas por tratamento: HF (Alta-Frequente) = 30-50cm, LF (Baixa-Frequente) = 5-30cm, LI (Baixa-Infrequente) = 5-50cm. As barras escuras indicam atividades de "corte", as barras cinza-claro indicam atividades "sem corte". Outras espécies de aves perigosas, como Gavião-Carijó (*Rupornis magnirostris*), Quiriquiri (*Falco sparverius*), Urubu-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*), Maria-Faceira (*Syrigma sibilatrix*), Curicaca (*Theristicus caudatus*), pombas e pombos (*Columbina talpacoti*, *Patagioenas Picazuro*) e Polícia-inglesa-do-sul (*Sturnella supercilialis*).

Quero-Quero (<i>Vanellus chilensis</i>)			
Tratamento \ Corte	Corte	Sem Corte	Total
Tratamento LI - 5cm à 50cm	7.8 ± 14.7	1.3 ± 2.1	2.0 ± 5.3
Tratamento LF - 5cm à 30cm	3.8 ± 4.7	1.0 ± 2.6	1.3 ± 3.0
Tratamento HF - 30cm à 50cm	0.6 ± 1.0	0.7 ± 1.7	0.7 ± 1.7
Total	4.4 ± 9.3	1.0 ± 2.2	1.3 ± 3.6
Carcará (<i>Caracara plancus</i>)			
Tratamento \ Corte	Corte	Sem Corte	Total
Tratamento LI - 5cm à 50cm	0.8 ± 1.9	0.2 ± 1.3	0.3 ± 1.4
Tratamento LF - 5cm à 30cm	3.7 ± 10.0	0.1 ± 0.4	0.5 ± 3.5
Tratamento HF - 30cm à 50cm	0.1 ± 0.4	0.1 ± 0.4	0.1 ± 0.4
Total	1.8 ± 6.6	0.2 ± 0.8	0.3 ± 2.2
Outras espécies de aves perigosas			
Tratamento \ Corte	Corte (SD)	Sem Corte (SD)	Total (SD)
Tratamento LI - 5cm à 50cm	1.1 ± 1.0	0.6 ± 1.9	0.7 ± 1.8
Tratamento LF - 5cm à 30cm	1.2 ± 1.9	0.7 ± 2.6	0.8 ± 2.5
Tratamento HF - 30cm à 50cm	0.4 ± 0.8	0.5 ± 1.8	0.5 ± 1.7
Total	1.0 ± 1.4	0.6 ± 2.1	0.6 ± 2.0

Tabela 2. Estimativas das médias e desvio padrão do número de indivíduos das seguintes espécies: Quero-Quero (*Vanellus chilensis*), Carcará (*Caracara plancus*), e outras espécies de aves perigosas, Gavião-Carijó (*Rupornis magnirostris*), Quiriquiri (*Falco Sparverius*), Urubu-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*), Maria-Faceira (*Syrigma sibilatrix*), a Curicaca (*Theristicus caudatus*), pombas e pombos (*Columbina talpacoti*, *Patagioenas picazuro*) e a Polícia-inglesa-do-sul (*Sturnella superciliaris*).

4 DISCUSSÃO

Nossos principais resultados podem ser resumidos em três conclusões principais: 1) a altura máxima da grama influencia diretamente a abundância de aves em SBBR, e nosso estudo empírico demonstra isso; 2) os períodos de "corte" representam um risco maior em relação à colisão com aves em aeródromos; e 3) as maiores variações de abundância de aves observadas no tratamento com LF indicam que, se a grama for cortada em uma altura mais baixa, elas podem ser ainda mais atrativas durante as atividades de corte. Portanto, nossos resultados corroboram parcialmente nossas previsões de que cortar a grama mais perto do solo, ou mais frequentemente, deve estar relacionado a maiores abundâncias de aves. Mas, em alguns casos, o regime de corte não tão frequente pode ser mais atrativo para aves perigosas, indicando que a altura da grama teve um efeito mais pronunciado do que a frequência de corte na abundância de aves. Consequentemente, é melhor manejar grama mais alta com mais frequência do que manejar uma grama mais curta com menos frequência.

Nosso estudo apresenta respostas quantitativas de aves para manejo de pastagem em aeroportos, o que indica que o regime de corte/altura influencia diretamente a abundância de pássaros, especialmente Quero-Queros e Carcarás. De acordo com os resultados obtidos para os Quero-Queros, maiores abundâncias foram observadas nos tratamentos LI e LF comparados aos HF, indicando que a grama mais alta pode ser uma estratégia de manejo bem-sucedida para esta espécie. Os Quero-Queros são considerados difíceis de manejar, uma vez que sua captura e o afugentamento são geralmente muito difíceis. Esta espécie é abundante e distribuída em todo o Brasil, sendo o manejo das pastagens talvez a maneira mais simples e eficiente de controlar essas aves. Alguns estudos sugerem o uso preferencial de pastagens curtas em vez de pastagens altas por diferentes componentes da comunidade aviária nos aeroportos da América do Sul (Marateo *et al.*, 2015). Foram registradas menos Quero-Queros em altura de grama alta (35cm) e houve uma correlação inversa, embora fraca, identificada entre o número de Quero-Queros e a altura da grama no Aeroporto Lauro Carneiro de Loyola, na cidade de Joinville, Santa Catarina, na região sul do Brasil (Friedrick 2013). Vários estudos de todo o mundo já avaliaram a influência da altura da relva na abundância de aves (Brough & Bridgeman 1980, Buckley & McCarthy 1994, Devereux *et al.*, 2004, Linnel *et al.*, 2009), mas apesar da ausência de uma correlação linear entre a abundância de aves e a altura da relva, o nosso estudo empírico demonstra uma relação de causa e efeito onde diferentes padrões de corte determinam as quantidades de espécies de aves de maior risco no aeródromo. Quando a grama é cortada em

uma altura mais próxima do solo, seu potencial atrativo aumenta para aves perigosas, especialmente durante os primeiros 10 dias após o evento de corte.

As aves frequentemente seguem o equipamento agrícola envolvido em produção de feno ou em aração para se alimentar de insetos expostos e pequenos vertebrados (Seamans *et al.*, 2007). O mesmo comportamento ocorre nos aeródromos, onde é comum se observarem altas concentrações de espécies de aves que se aproveitam de invertebrados expostos durante e após o corte da grama (Washburn & Seamans 2004). Um estudo realizado em aeródromos norte-americanos demonstrou que a detecção de gafanhotos por corvos foi significativamente maior na grama curta do que na grama deixada em comprimentos intermediários (15 a 30 cm) (Kennedy & Otter 2015). Um inventário de invertebrados realizado em aeródromos brasileiros identificou um grande domínio de formigas e gafanhotos em faixas de grama em torno das pistas em SBBR (Ferreira et al., 2015). Também foi demonstrado que o Carcará tinha grande preferência em se alimentar de gafanhotos (100% de presença em sete estômagos dissecados).

Todas essas evidências nos permitem inferir que, em circunstâncias de corte de grama curta, o período de corte representa o maior risco para a segurança da aviação em aeródromos. A grande variação de abundância observada no tratamento mais baixo e infrequente chama nossa atenção porque pode estar influenciando como as aves são atraídas pelos aeródromos. A biomassa acumulada do regime LF pode tornar essas áreas mais atrativas. A vegetação mais alta pode fornecer abrigo e proteger roedores, cobras, lagartos, insetos e aves pequenas, que se tornam expostos durante as atividades de corte, atraindo outras espécies perigosas, como falcões e corujas (Barras *et al.*, 2000).

De acordo com o estudo da grama em ambas as pistas, o domínio da Braquiária, considerada uma das espécies mais invasivas no Brasil, era esperado devido à sua característica reprodutiva e capacidade de fixação e dispersão (Lorenzi 2000). Essas características também tornam essa espécie ideal para produção de sementes e abrigo para animais e insetos. E assim, as atividades de corte devem ser consideradas ao se desenvolver um programa de gerenciamento de risco de fauna destinado a reduzir o risco de colisão com fauna. O estabelecimento de um regime de grama mais alto pode ser útil na redução do risco de colisão, mas outras alternativas também podem ser empregadas, como, por exemplo, a falcoaria ou o assédio de cães. Além disso, o corte noturno, o manejo de insetos e outros artrópodes com o uso de pesticidas e a remoção rápida das aparas são outras estratégias que podem ser implementadas para reduzir a atividade das aves após o corte (Deacon & Rochard 2000; ICAO 2012; Ferreira *et al.*, 2015).

A grama alta (> 30 cm) é eficaz para dissuadir a presença de aves em SBBR, particularmente em relação a duas das espécies mais perigosas, os Quero-Queros e os Carcarás. Outros estudos em aeroportos sul-americanos sugerem que a manutenção da altura da grama acima de 30cm pode ser uma estratégia econômica e eficaz para reduzir a abundância de espécies perigosas (Friedrick 2013, Marateo *et al.*, 2015). Nossos dados mostraram a eficácia dessa estratégia; portanto, recomendamos outros aeroportos tropicais testem a eficácia de uma maior altura da grama (> 30cm) como parte de seus programas de manejo da fauna.

Um administrador do aeroporto deve sempre considerar que não existe uma fórmula universal para a altura ideal da grama e não há recomendações de consenso para o gerenciamento da altura da grama para as autoridades aeroportuárias locais (CAA 2013, ICAO 2012, Washburn & Seamans 2013), devido a resultados conflitantes sobre se os regimes de grama alta reduzem a atividade das aves ou não (Brough & Bridgman 1980, Buckley & McCarthy 1994, Seamans *et al.*, 1999, Barras *et al.*, 2000). Portanto, as melhores estratégias de manejo de gramíneas exigem mais pesquisas e podem ser específicas para a localidade (Barras & Seamans 2002). As estratégias de gerenciamento para aeroportos específicos devem ser congruentes com suas espécies de alto risco (Mackinnon et al 2004), pois cada localidade abriga um determinado conjunto de espécies de aves que podem se beneficiar de diferentes perfis de altura (Luigi, 2006). Por exemplo, os operadores de aeroportos podem decidir se as espécies pequenas não formadoras de bandos que são atraídas pela grama alta podem ser toleradas para melhorar o manejo de espécies perigosas de alto risco que preferem grama curta. Para minimizar o efeito de possíveis colonizações de espécies de risco, o censo de aves e as inspeções de grama alta devem ser continuadas (Brough & Bridgeman 1980), bem como estratégias responsivas para coibir o potencial agrupamento de aves atraídas pela grama alta.

Ao considerar as opções de manejo de vegetação nos aeroportos, os administradores de aeroportos devem se concentrar em espécies de plantas, altura de grama e densidade de plantas para minimizar a atratividade do aeroporto para a maioria das espécies de risco. Tipos de grama específicas podem reduzir o sucesso de forrageamento na localidade para muitas espécies de aves (Linnell et al., 2009). Portanto, algumas medidas sugeridas para mitigar esse risco podem incluir o uso de gramíneas de crescimento lento e o uso de gramíneas com baixa produção de sementes e valor nutricional para as aves. As características e a cobertura do solo também deve ser considerada, uma vez que nem todos os terrenos são apropriados para este tipo de cobertura do solo. Avanços recentes com o uso de gramíneas infectadas por endófito nos aeroportos, mostraram avanços na dissuasão das espécies de aves que se alimentam dessas plantas (Pennell & Rolston 2010); no entanto, essas espécies de plantas parecem ser efetivas apenas em climas temperados, não adequados para a maioria dos aeroportos no Brasil.

Qualquer estratégia de manejo adotada por aeroportos e aeródromos deve ser acompanhada de programas de monitoramento de aves e vegetação e avaliações de risco regulares para garantir que outros problemas não surjam com a eventual substituição de espécies e modificação de habitat (Blackwell *et al.*, 2013). O manejo da vegetação para mitigar o risco de colisões com aves é apenas um dos componentes integrados, e os bons programas de gerenciamento de riscos são multifacetados, exigindo a

participação não apenas do operador do aeroporto, mas de outras partes interessadas do setor, como companhias aéreas, reguladores, municípios e governo em nível federal, estadual e local (Patrick & Shaw 2012).

5 CONCLUSÃO

Nossos resultados confirmam que a grama alta (> 30cm) é eficaz na redução da abundância de espécies de alto risco em SBBR, e que o regime de corte pode afetar a abundância de aves, mas a maneira como esse regime afeta as aves varia de acordo com a espécie. No geral, o efeito de corte representa um maior risco para os aeroportos, uma vez que os animais são muitas vezes mais atraídos pelas faixas de grama do aeródromo durante e logo após esse evento. Quanto maior a discrepância entre a altura máxima antes do corte e altura após o corte, maior a capacidade de influenciar a atividade das aves. A espécie de grama predominante também afeta a presença de aves devido às suas características biológicas e reprodutivas. Portanto, de acordo com nossos resultados, uma estratégia de manejo de gramíneas mais eficiente inclui a adoção de grama mais alta, com um regime de corte mais frequente, a fim de reduzir a quantidade de biomassa acumulada e exposição de presas.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer à convenção entre a Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (INFRAERO) e o Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Universidade de Brasília (CDT-UNB), que criou o Programa Fauna nos Aeroportos Brasileiros, e tornou possível esta pesquisa. Também gostaríamos de agradecer ao Sistema de Gestão de Segurança Operacional (SGSO) do aeroporto, e seus gerentes - Manoel Neto e Regianne Aquino; ao Setor Ambiental Regional (MECO) e todos os seus membros, especialmente Angela Mouro e Luis Nunes. Além disso, agradecemos à Coordenação Nacional do Programa Brasileiro de Fauna nos Aeroportos, bem como ao Setor Ambiental Nacional da INFRAERO pelo seu apoio, revisão e crítica construtiva. Também gostaríamos de agradecer ao Tenente Coronel Rubens e Kylie Patrick por comentários importantes sobre o manuscrito original e os revisores por sua valiosa contribuição. As opiniões expressas neste estudo não refletem necessariamente as políticas atuais da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) que regem o controle da fauna nos aeroportos ou nas proximidades deles.

REFERÊNCIAS

- ALLAN, J. R. The costs of bird strikes and bird strike prevention. In: HUMAN CONFLICTS WITH WILDLIFE: ECONOMIC CONSIDERATIONS, PROCEEDINGS OF THE 3RD NWRC SPECIAL SYMPOSIUM, 2002, Fort Collins, EUA.
- ALLAN, J. A heuristic risk assessment technique for birdstrike management at airports. **Risk Analysis.**, v. 26, p. 723-729. 2006.
- BARRAS, S. C. et al. Bird and small mammal use of mowed and unmowed vegetation at John F. Kennedy international airport, 1998 to 1999. In: PROCEEDINGS OF THE VERTEBRATE PEST CONFERENCE. 2000. p. 31-36
- BARRAS, S. C.; SEAMANS, T. W. Habitat management approaches for reducing wildlife use of airfields. In: PROCEEDINGS OF THE VERTEBRATE PEST CONFERENCE. 2002. p. 309-315.
- BIBBY, C.; JONES, M.; MARSDEN, S. **Expedition Field Techniques: bird surveys**. 1. ed. Cambridge: BirdLife International, 2000. 137p.
- BLACKWELL, B. F.; SEAMANS, T. W.; DOLBEER, R. A. Plant growth regulator (Stronghold®) enhances repellency of anthraquinone formulation (Flight Control®) to Canada geese. **Journal of Wildlife Management.**, v. 63, p. 1336-1343. 1999.
- BLACKWELL, B. F. et al. A framework for managing airport grasslands and birds amidst conflicting priorities. **Ibis.**, v. 155, p. 189-193. 2013.
- BROUGH, T.; BRIDGMAN, C. J. An Evaluation of Long Grass as a Bird Deterrent on British Airfields. **Journal of Applied Ecology.**, v. 17, p. 243-253. 1980.
- BUCKLEY, P. A.; MCCARTHY, M. G. Insects, vegetation, and the control of laughing gulls (*Larus atricilla*) at Kennedy International Airport, New York City. **Journal of Applied Ecology.**, v. 31, p. 291-302. 1994.
- CARDOSO, M. R. D.; MARCUZZO, F. F. N.; BARROS, J. R. Classificação Climática de Köppen-Geiger para o Estado de Goiás e o Distrito Federal. **Acta Geográfica.**, v. 8, p. 40-55. 2015.
- CIVIL AVIATION AUTHORITY (CAA). **CAP 772: aerodrome wildlife strike hazard management and reduction**. Reino Unido, 2013. 94 p.
- CLEARY, E. C.; DOLBEER, R. A. **Wildlife Hazard Management at Airports: a manual for airport personnel**. 2. ed. Washington, D.C: USDA National Wildlife Research Center - Staff Publications, 2005. 248 p.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução N° 466: estabelece diretrizes e procedimentos para elaboração e autorização do Plano de Manejo de Fauna em Aeródromos e dá outras providências**. Brasil, 2015. 2p. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=711>> Acesso em: jul. 2016.

- CONQUEST, L. L. Analysis and Interpretation of Ecological Field Data Using BACI. **Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics.**, v. 5, p. 293-296. 2000.
- DEACON, N.; ROCHARD, B. Fifty years of Airfield Grass Management in the UK. In: PROCEEDINGS OF THE 25TH MEETING OF THE INTERNATIONAL BIRD STRIKE COMMITTEE, 2000, Amsterdam, Netherlands.
- DEKKER, A. Poor long grass. In: PROCEEDINGS OF THE 25TH MEETING OF THE INTERNATIONAL BIRD STRIKE COMMITTEE, 2000, Amsterdam, Netherlands.
- DEFUSCO, R. et al. North American Bird Strike Advisory System: Strategic Plan. US BIRD STRIKE COMMITTEE – USA/CANADA 7TH ANNUAL MEETING, 2005, Vancouver, Canadá.
- DEVAULT, T. L. et al. Interspecific Variation in Wildlife Hazards to Aircraft: Implications for Airport Wildlife Management. **Wildlife Society Bulletin.**, v. 35, p. 394-402. 2011.
- DEVAULT, T. L. et al. Airports Offer Unrealized Potential for Alternative Energy Production. **Environmental Management.**, v. 49, p. 517-522. 2012.
- DEVEREUX, C. L. et al. The effect of sward height and drainage on Common Starlings *Sturnus vulgaris* and Northern Lapwings *Vanellus vanellus* foraging in grassland habitats. **Ibis.**, v.146, p. 115-122. 2004.
- FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION (FAA). **Advisory Circular 150/5200-33B.** Hazardous wildlife attractants on or near airports. U.S. Department of Transportation. Washington, D. C., EUA. 2007.
- FERREIRA, J. B. C.; ROCHA, D. A.; ABREU, T. L. S. A diversidade de artrópodes terrestres em dez aeródromos brasileiros e suas implicações no gerenciamento do risco de fauna. **Revista Conexão SIPAER.**, v. 6, p. 564-572. 2015.
- FLIGHT SAFETY FOUNDATION (FSF). **Operator's flight safety handbook.** Virginia, EUA. 2002. 180p.
- FRIEDRICH, F. **Manejo de Vegetação como Estratégia para a Redução da Incidência do Quero-Quero (*Vanellus chilensis*) em ambiente aeroportuário.** 2013. Dissertação de mestrado – Universidade da Região Joinville, Joinville, 2013.
- INTERNATIONAL BIRDSTRIKE COMMITTEE (IBSC) **Recommended Practices No. 1:** Standards for Aerodrome Bird/Wildlife Control. Disponível em: <http://www.int-birdstrike.org/Best_Practice.htm>. Acesso em out. 2012
- INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION (ICAO) **Doc. 9137:** Airport Services Manual, Part 3 — Wildlife Control and Reduction. Ed. 4. Montreal, Quebec, Canadá. 2012. 56p.
- KENNEDY, L. A.; OTTER, K. A. Grass management regimes affect grass-hopper availability and subsequently American crow activity at airports. **Human–Wildlife Interactions.**, v. 9, p. 58-66. 2015.
- LINNELL, M. A.; CONOVER, M. R.; OHASHI, T. J.; Using wedelia as ground cover on tropical airports to reduce bird activity. **Human–Wildlife Conflicts.**, v. 3, p. 226-236. 2009.
- LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil:** terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. 3. ed. Nova Odessa: Plantarum. 2000. 608 p.
- LUIGI, G. **Manual de Controle do Perigo Aviário para Aeroportos da Rede Infraero.** Rio de Janeiro: Coppe/UFRJ, 2006. 213 p.
- MACKINNON, B.; SOWDEN, R.; DUDLEY, S. **Sharing the Skies:** An Aviation Industry Guide to the Management of Wildlife Hazards. Ottawa, Canadá: Transport Canada, 2004. 270 p.
- MANLY, B. F. J. **Statistics for Environmental Science and Management.** 2. ed. Estados Unidos: Chapman & Hall/CRC. 2008. 336 p.
- 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, p. 799-808. 2015.
- MCDONALD, T. L.; ERICKSON, W. P.; MCDONALD, L. L. Analysis of Count Data from Before – After - Control – Impact Studies. **Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics.**, v. 5, p. 262-279. 2000.
- MEAD, H.; CARTER, A. W. The management of long grass as a bird repellent on airfields. **Grass and Forage Science.**, v. 28, p. 219–222. 1973.
- MONTALVO, C. I. et al. Bone damage patterns found in the avian prey remains of crested caracara *Caracara plancus* (Aves, Falconiformes). **Journal of Archaeological Science.**, v. 38, p. 3541-3548. 2011.
- NOVAES, W. G.; ALVAREZ, M. R. O perigo aviário em aeroportos do nordeste do Brasil: Análise das colisões entre aves e aviões de 1985 e 2009. **Revista Conexão SIPAER.**, v. 1, p. 47-68. 2010.
- NOVAES, W. G.; ALVAREZ, M. R. 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.**, v. 5, p. 22-29. 2014.
- PATRICK, K.; SHAW, P. Bird strike hazard management programs at airports: what works? In: SIMPÓSIO DE SEGURANÇA DE VOO DO INSTITUTO DE PESQUISAS E ENSAIOS EM VOO, 5., 2012, São José dos Campos.
- PENNELL, C.; ROLSTON, P. The potential of specialty endophyte-infected grasses for the aviation industry. MEETING OF THE INTERNATIONAL BIRD STRIKE COMMITTEE, 29., 2010, Cairns, Austrália.
- RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de. **Cerrado: ambiente e flora.** Brasília: EMBRAPA-CPAC, Planaltina, 1998. p. 89-166.

- SARACURA, V. **Estratégias reprodutivas e investimento parental em quero-quero**. 2003. Dissertação de mestrado, Universidade de Brasília, Brasília, 2003.
- 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. BIRD STRIKE COMMITTEE-USA/CANADA, FIRST JOINT ANNUAL MEETING, 1999, Vancouver, Canadá.
- SEAMANS, T. W. et al. Comparison of two vegetation-height management practices for wildlife control at airports. **Human-Wildlife Conflict.**, v. 1, p. 97–105. 2007.
- SICK, H. **Ornitologia Brasileira**. Rio de Janeiro: Ed. Nova Fronteira, 1997. 862 p.
- SODHI, N. S. Competition in the air: Birds versus aircraft. **The Auk.**, v. 119, p. 587–595. 2002.
- THORPE, J. Conflict of Wings: Birds Versus Aircraft. In: Angelici, F. **Problematic Wildlife: A Cross-Disciplinary Approach**. 1. ed. Switzerland: Springer, 2016. p. 443-464.
- WASHBURN, B. E.; SEAMANS, T. W. Management of Vegetation to Reduce Wildlife Hazards at Airports. FAA WORLDWIDE AIRPORT TECHNOLOGY TRANSFER CONFERENCE, 2005, Nova Jersey, EUA.
- WASHBURN, B. E.; SEAMANS, T. W. Managing turfgrass to reduce wildlife hazards at airports. In: DeVault, T. L.; Blackwell, B. F.; Belant, J. L. **Wildlife in Airport Environments: Preventing Animal-Aircraft Collisions through Science-Based Management**. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2013. p. 105-114.
- WHITE, G. C.; BURNHAM, P. K. Program MARK: Survival estimation from populations of marked animals. **Bird Study.**, v. 46, p.120-138. 1999.
- ZUUR, A. F. et al. **Mixed Effects Models and Extensions in Ecology with R**. New York: Springer-Verlag. 2009. 574 p.