

---

# Cobertura vegetal em aeroportos e Gerenciamento de Risco de Fauna: uma visão agrônômica

Francisco H. Dübbert de Souza<sup>1</sup>, Marcos Rafael Gusmão<sup>2</sup>

1 Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador da EMBRAPA

2 Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador da EMBRAPA

---

**RESUMO:** Coberturas vegetais permanentes de superfícies de solo desempenham diversas funções de grande relevância ambiental. Em faixas de pista em aeroporto, além dessas, espera-se também que contribuam para mantê-las livres de obstáculos físicos e visuais e que não ofereçam atrativos à fauna capaz de representar riscos de segurança às aeronaves. Por essa razão, a implantação e a manutenção desta cobertura são fundamentais à prevenção de riscos de fauna nesse ambiente. O êxito dessas ações depende da composição de programas constituídos por conjuntos de práticas agrônômicas especialmente selecionadas para cada local; algumas dessas foram discutidas nesse trabalho. Essa "agricultura de aeroportos" pode contribuir à redução do risco de fauna, à diminuição de custos de manutenção e à redução da necessidade de uso de técnicas e de métodos ativos de dispersão de fauna. Entretanto, deve ser vista como integrante fundamental, porém, não exclusivo, do gerenciamento do risco de fauna nesses ambientes.

**Palavras Chave:** Manejo de Fauna. Manejo de Vegetação. Segurança Aeroportuária. Segurança de Voo. Cobertura Vegetal.

## Vegetation Management and Wildlife Hazard in airports: an agronomic view

**ABSTRACT:** Permanent plant covering of soil surfaces performs several functions of great environmental relevance. In airstrip margins, additionally, it is expected to contribute to the absence of visual and physical obstacles and not to represent any kind of attraction to fauna capable of jeopardize airplane safety. Hence, the establishment and maintenance of this covering are pivotal to programs aiming fauna management in airports. The success of these actions depends on collections of agricultural practices specifically suited to each local; some of these were discussed in this work. As such, this "airport agriculture" may contribute to the reduction of fauna risks to aviation, of maintenance costs, and of need for use of active methods and techniques of fauna dissuasion. It should be taken, however, as a fundamental but not exclusive component of fauna dissuasion programs in these ambients.

**Key words:** Fauna Management. Vegetation Management. Airport Safety. Flight Safety. Plant Covering

**Citação:** Souza, FHD, Gusmão, MR. (2018) Cobertura Vegetal em Aeroportos e Gerenciamento de Risco da Fauna: Uma Visão Agrônômica. *Revista Conexão Sipaer*, Vol. 9, No. 3, pp. 22-30.

### 1 INTRODUÇÃO

Desde há muito, coberturas vegetais permanentes de superfícies de solo têm sido cultivadas para atender a ampla gama de propósitos, dentre os quais se destacam os antierosivos, os paisagísticos, os recreativos e os esportivos. Em realidade, esse tipo de cobertura desempenha também muitas outras funções concomitantes de grande relevância ambiental; dentre essas estão a prevenção de erosões, a produção de oxigênio, a fixação de carbono atmosférico, a facilitação da infiltração de água no solo, a biodegradação de compostos orgânicos sintéticos, a supressão de plantas indesejáveis, a redução do risco de incêndio, a dissipação de calor, a atenuação de ruídos, a redução de material particulado do ar (poeira), além de outros (STIER et al., 2013).

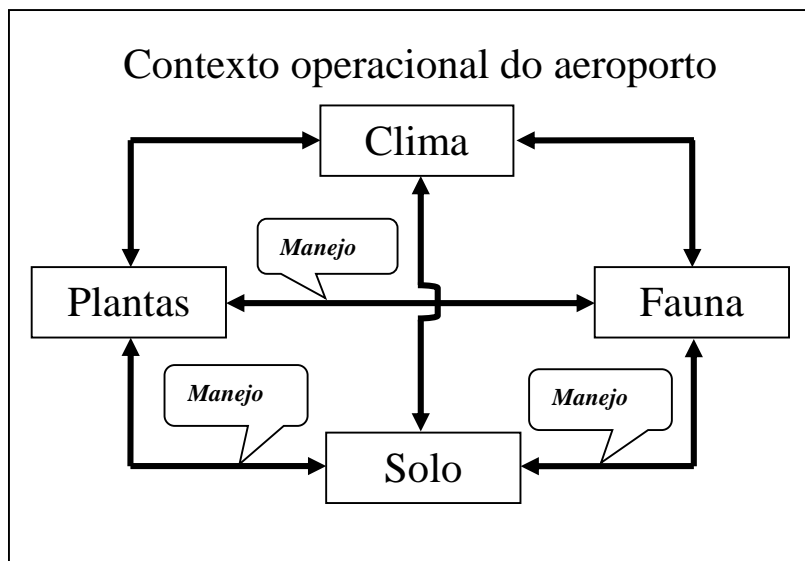
Tais funções são também desejadas para a cobertura vegetal das faixas de pista em aeródromos. Entretanto, por questões de segurança, é fundamental que esta contribua também para que esses locais permaneçam livres de obstáculos físicos e visuais e, sobretudo, que não ofereça oportunidades de descanso, de abrigo ou de alimentação à fauna capaz de representar riscos à operação de aeronaves. A importância desses atributos é justificada pelo fato de grande parte dos incidentes aeronáuticos envolvendo fauna ocorrer dentro do perímetro dos aeroportos, nas fases do voo de decolagem e de pouso (DOLBEER, 2006; CENIPA, 2016).

O desempenho dessas funções depende das características da cobertura, determinadas por sua composição botânica, pelo clima e solo locais e pelo manejo a que é submetida. Ações estratégicas de seu manejo têm-se tornado componentes fundamentais de programas de prevenção de riscos de fauna nesses ambientes, à medida que aumenta o interesse por práticas biologicamente embasadas, e que são reconhecidas suas potencialidades como provedoras de resultados de longo prazo. É consenso entre especialistas a noção de que a adoção de gerenciamento passivo, ou seja, tornar o ambiente aeroportuário menos atrativo para a fauna, é mais eficaz que gerenciamento ativo (i.e., uso de técnicas de dispersão) [DeVAULT et al., 2011; PATRICK & SHAW, 2012; PENNELL & ROLSTON, 2013].

Por esses motivos, faz-se necessário implementar programas de manejo que considerem as interações existentes entre fauna, cobertura vegetal e fatores de natureza climática, edáfica e operacional, específicas para cada local. Neste trabalho são discutidas alternativas agrônômicas à implantação e ao manejo de áreas cobertas por vegetação permanente nas faixas de pista de aeroportos brasileiros, capazes de ali contribuir à redução de risco de fauna.

## 2 O GERENCIAMENTO DO RISCO DE FAUNA: PECULIARIDADES BRASILEIRAS

O grau de êxito alcançado por programas de longo prazo de controle dos riscos de fauna em ambientes aeroportuários é condicionado pelo conhecimento das múltiplas interações prevalentes em cada local (Figura 1) [WASHBURN & SEAMANS, 2013]. Essa é uma tarefa multidisciplinar e complexa.



**Figura 1:** Interações potenciais entre clima, plantas, fauna e solo, condicionantes de programas gerenciais de manejo de coberturas vegetais permanentes de superfícies de solo em faixas de pistas em aeroportos.

Tais interações são específicas para cada local. Apesar disso, entretanto, algumas generalizações são possíveis para condições brasileiras. Por exemplo: 1) na fauna associada a colisões com aeronaves predominam espécies carnívoras-insetívoras. São poucas as espécies exclusivamente granívoras, onívoras ou carnívoras, mas é grande o número ou a frequência de indivíduos de determinadas espécies desses grupos nos aeroportos (CENIPA, 2016); 2) formigas e gafanhotos são os grupos predominantes de artrópodes em vários dos principais aeroportos brasileiros onde constituem parte importante da dieta das aves associadas a riscos de fauna (Ferreira, Rocha e Abreu, 2015); 3) nas faixas de pista de vários aeródromos são encontradas áreas cuja cobertura vegetal resulta do crescimento espontâneo de grande número de espécies, pertencentes a várias famílias botânicas. Em alguns locais há grande ocorrência de gramíneas exóticas, rústicas e prolíficas [exemplo: "capim-braquiária" - *Urochloa* (syn. *Brachiaria*) *decumbens* (Stapf) R.D. Webster (e.g., Abreu et al., 2017)] que, a menos que sejam podadas com frequência, oferecem abundante alimentação (flores e sementes, por exemplo) às aves, aos insetos e aos roedores e acumulam volumosa massa vegetal susceptível à queima, em especial onde ocorrem períodos secos prolongados, como nas regiões Centro-Oeste e Sudeste onde são mais encontradas (PIVELLO, 2011). Essa composição florística amplia, varia e prolonga as oportunidades de alimentação e de abrigo à fauna, contribuindo assim à sua diversidade, densidade e permanência; 4) por outro lado, tal como mostram imagens disponíveis no Google Earth<sup>2</sup>, em vários aeroportos as faixas de pista apresentam vastas áreas desprovidas de vegetação, mostrando-se ocupadas unicamente por subsolo exposto por terraplanagens, em geral compactado, pobre em matéria orgânica e em fertilidade. Nessa situação esses aeroportos deixam de obter os muitos benefícios proporcionados por coberturas vegetais e de prestar importante serviço ambiental.

Assim, conclui-se que os principais desafios do manejo de faixas de pista em vários aeroportos brasileiros consistem em estabelecer ou ampliar uma cobertura vegetal permanente, homogênea, composta por número reduzido de espécies vegetais, que desestimule (principalmente) a presença de insetos e que seja adaptada a solos de baixa fertilidade. Alternativas agrônômicas podem dar grande contribuição ao alcance dessa meta; várias delas serão discutidas a seguir.

## 3 ALTERNATIVAS GERENCIAIS DO RISCO DE FAUNA:

### 3.1 Estabelecimento da cobertura vegetal

#### 3.1.1 As plantas

A obtenção e a preservação de uma cobertura vegetal ampla, homogênea e perene das faixas de pista dependem em grande parte da sua composição botânica. Essa, além da adaptação às condições edafoclimáticas locais, deve apresentar um conjunto de

atributos dentre os quais estão: oferta restrita de alimentação e de abrigo à fauna, resistência à invasão de outras espécies de plantas indesejáveis, capacidade de prevenir erosões hídricas e eólicas do solo, boa qualidade ornamental, tolerância a tráfego veicular, baixo requisito de manutenção, tolerância à seca, baixa flamabilidade, baixo potencial invasor e pouca atratividade aos invertebrados (DEKKER, 2000; LINNEL, CONOVER, OHASHI, 2009; WASHBURN & SEAMANS, 2013). Na escolha da espécie vegetal a ser cultivada em determinado local, o peso a ser atribuído a cada um dos atributos listados deve variar em função das espécies da fauna a serem dissuadidas; para tanto, faz-se necessário conhecer as razões da sua presença no local (LINNEL, CONOVER, OHASHI, 2009). A sistemática para o monitoramento da fauna em aeroportos proposta por Souza, Gomes & Carvalho (2016) pode ser útil nesta tarefa. A adaptação a solos de baixa fertilidade é outra característica de especial interesse em face de predominância deste tipo de solo no território brasileiro. Presentemente, entretanto, a escolha de espécies e de cultivares que apresentem pelo menos alguns desses atributos depara-se com escassez de alternativas. Essa situação poderá ser alterada à medida que são disponibilizadas novas cultivares de gramas, resultantes, por exemplo, de esforços desenvolvidos pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

A influência do clima sobre a composição, a densidade da cobertura vegetal e também sobre a fauna local é inevitável, mas os efeitos de algumas das suas adversidades podem ser atenuados; por exemplo, as consequências de excesso ou de escassez de chuvas podem ser mitigadas por técnicas de drenagem ou de irrigação, enquanto que os efeitos de ventos excessivos e de temperaturas altas podem ser diminuídos pelo plantio de espécies tolerantes a esses extremos.

Várias espécies herbáceas perenes da família *Poaceae* (syn. *Gramineae*), conhecidas como "gramas", apresentam pelo menos algumas características do ideótipo mencionado, mas há marcantes diferenças entre elas quanto à adaptação edafoclimática, como porte, potencial de produção de sementes, período reprodutivo, etc. Muitas contam a seu favor a facilidade de manejo, pois baixa altura de desenvolvimento vertical ("porte baixo") é uma característica comum entre elas e por essas razões têm sido preferidas para esse tipo de cultivo. Essas não são as únicas espécies com potencial para plantio nessas áreas (LINNEL, CONOVER, OHASHI, 2009), mas o cultivo de espécies agrícolas como a soja, o milho, o trigo, dentre outras, é desencorajado pelo *Transportation Research Board* da Academia Nacional de Ciência, Engenharia e Medicina dos Estados Unidos da América (Belant & Ayers, 2014), face o potencial de atração de fauna apresentado por algumas dessas culturas em determinados locais. Essa "agricultura em aeroportos" permanece controverso naquele país (DeVault et al., 2013) e está ainda a ser avaliada sob perspectivas brasileiras.

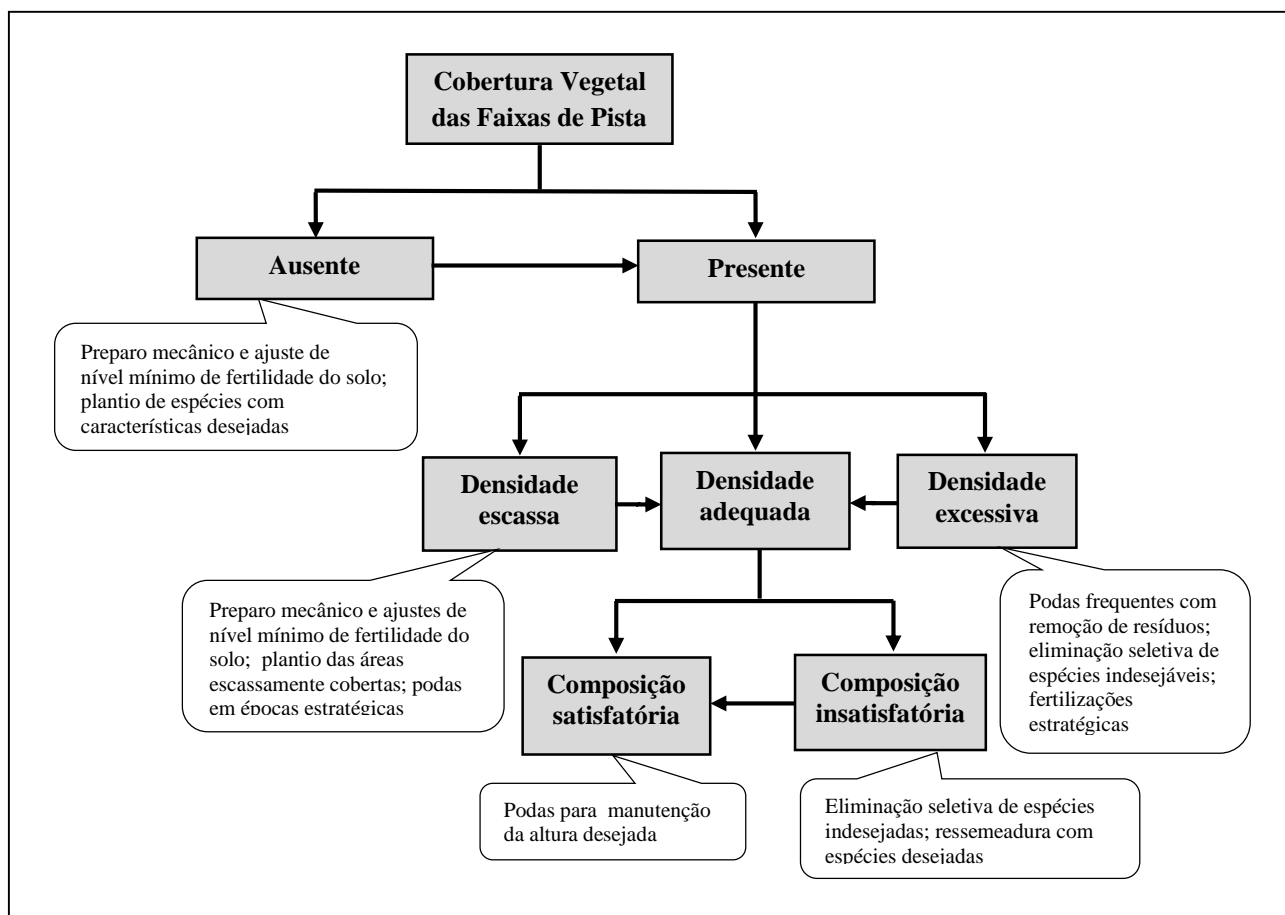
### 3.1.2 O solo

Já na fase de concepção, programas de estabelecimento e de manejo de vegetação em faixas de pista requerem as caracterizações do solo local quanto às suas propriedades físicas e químicas, da flora (espécies, frequência de ocorrência, fenologia, distribuição espacial e densidade) e da fauna (espécies, hábitos, comportamentos, distribuição espacial, frequência e densidade de ocorrências locais e sazonais) [SODHI, 2002; MENDONÇA, 2009]. Este conhecimento é necessário à composição de uma abordagem agrônômica potencialmente capaz de contribuir à otimização das funções ambientais da cobertura e à redução dos riscos de fauna nesses ambientes.

A contribuição fundamental do solo à cadeia alimentar da fauna deve ser reconhecida desde a etapa de implantação da cobertura vegetal. O recobrimento de áreas de solo desnudo nas faixas de pista (Figura 2), é iniciado pelo seu preparo mecânico (subsolagem, aração, gradagens) após o que se faz o plantio de espécies com atributos desejáveis, descritos acima. Nessa ocasião, a correção do nível de fertilidade do solo com base em resultados de análises física e química contribui ao ajuste da produtividade primária da vegetação (massa vegetal) para que cumpra funções específicas no contexto da aviação. Tais ajustes são necessários para que sejam contempladas as variações de tipos de solo nas faixas de pista que invariavelmente ocorrem dentro de um mesmo aeroporto; por esta razão, a disponibilidade de um mapa pedológico detalhado do local é indispensável.

Essas interferências têm grandes efeitos sobre a fauna edáfica e também sobre outros tipos de fauna. Há amplas evidências experimentais de que características do solo, em especial no que tange ao grau de compactação, ao nível de fertilidade e aos teores de matéria orgânica e de água, estão relacionadas à população de invertebrados que nele vivem (STORK & EGGLETON, 1992; DORAN & ZEIN, 2000; dentre outros). Solos férteis e ricos em matéria orgânica abrigam maior abundância de invertebrados que aqueles mais pobres e, em consequência, suprem maior população de aves; assim, reduzir a fertilidade do solo é uma forma de desestimular a presença desses animais nessas áreas (JOHNSTON, BRAHAM, BRAWN, 2014).

BRAWN, 2014).



**Figura 2:** Principais características da cobertura vegetal permanente de faixas de pista em aeródromos e potenciais alternativas agrônomicas para seu manejo. Detalhes podem ser encontrados no texto.

Este fato constitui a base do sistema de manejo denominado "política da grama pobre" (*"poor grass policy"*) proposto por Dekker (2000) para aeródromos da Holanda, que resultou em reduções do nível de fertilidade e da fauna aviária local. No Brasil, entretanto, em face de predominância de solos de fertilidade muito baixa, a implantação e a manutenção de cobertura vegetal satisfatória requerem algum fertilizante. O desafio nesse caso é buscar um nível de fertilidade que permita desenvolvimento amplo e persistente da cobertura, porém ao mesmo tempo pouco exuberante. Isso pode ser proporcionado pela escolha criteriosa de tipos de fertilizantes, bem como das suas aplicações em quantidades, formas e épocas estratégicas. Manipulações dos níveis de determinados íons do solo, por meio de fertilizações especialmente planejadas podem ter efeito tanto redutores, quanto promotores de crescimento das plantas, podendo assim interferir sobre a densidade, a composição, a longevidade e os requisitos de manutenção da cobertura vegetal. Esse planejamento requer considerações, por exemplo, de características químicas (*e.g.*, acidez ativa, saturação por alumínio, soma de bases, capacidade de troca de catiônica, etc.) e físicas do solo (*e.g.*, teores de areia, de silte e de argila, densidade, etc.) específicas para cada local.

### 3.1.3 Manejo da cobertura vegetal

Uma vez obtida uma cobertura homogênea e satisfatória, o próximo desafio é compor um programa de manejo que permita preservá-la e que, ao mesmo tempo, a impeça de atrair fauna associada a acidentes aeronáuticos. O grau de satisfação dependerá da densidade da massa vegetal, da abrangência da cobertura da superfície e da altura do seu crescimento e da sua atratividade à fauna.

Aumento da densidade do relvado pode resultar em diminuição da população de aves em determinados locais (Davis, 2005). Entretanto, densidades muito altas promovem aumento do teor de matéria orgânica do solo, fato que tem como consequência o aumento de determinados componentes da fauna edáfica (exemplos: anelídeos e moluscos) e daquela que desta se alimenta. Essa situação resulta da associação entre níveis elevados de fertilidade do solo, tipos de vegetação, condições climáticas e práticas locais de manejo. O problema pode ser atenuado pelo aumento da frequência e da intensidade das podas, seguida de remoção dos seus resíduos; estas práticas levam à gradual redução do nível de fertilidade e da produção de massa vegetal. Alternativamente pode ser feita a eliminação seletiva de plantas de espécies que apresentam crescimento vigoroso, como as gramíneas exóticas. Isso pode ser feito via aplicação localizada de herbicidas não seletivos, seja por métodos mecanizados ou manuais, quando autorizada pelas agências ambientais.

Por outro lado, coberturas pouco densas também são insatisfatórias, pois facilitam erosões, podem agravar o problema de poeira na pista e estimular a presença de determinados integrantes da fauna, como alguns tipos de aves. Essa situação resulta, por exemplo, de nível baixo de fertilidade ou de alguma característica física limitante do solo, como pouca profundidade ou alta compactação. A correção desse nível contribui à solução do problema, especialmente se associada a ajustes nas operações de poda, tais como redução da sua frequência e elevação da altura de corte. Há pouco a ser feito quando a baixa densidade é resultante de pouca profundidade do solo, mas compactação excessiva pode ser diminuída por meio de subsolagem. Equipamentos apropriados permitem fertilizações superficiais e subsolagens sem danos significativos à cobertura preexistente. O plantio de espécies com características desejadas, por exemplo, por meio de sobressemeadura, também pode resultar em aumento da densidade da vegetação nessas áreas.

Promover a predominância de poucas espécies botânicas na cobertura vegetal é também interessante, tanto do ponto de vista gerencial quanto estratégico e econômico. A redução do número de tais espécies simplifica o planejamento e a operacionalização do manejo (Barras & Seamans, 2002; Linnell, Conover & Ohashi, 2009; dentre vários outros), facilita a sincronização das podas com o estágio de desenvolvimento das plantas e pode diminuir a população local de artrópodes (MORRIS, 2000). Por isso, representa outra chance de controle da presença de fauna, pois podas realizadas em determinados estádios fenológicos inibem o florescimento em várias espécies de planta ou eliminam inflorescências, reduzindo a disponibilidade de flores e de sementes que alimentam insetos, aves e roedores. O aproveitamento deste benefício é pouco provável onde há grande número de espécies vegetais, distintas entre si quanto à fenologia, pois quanto maior o número de espécies, maior a probabilidade de alguma alcançar a fase reprodutiva em época diferente à da poda. A redução do número de espécies pode ser feita pela eliminação seletiva das plantas indesejáveis, integrantes de coberturas vegetais existentes, de forma manual (capinas, roçadas) ou química. Desde que permitido pelas agências ambientais, podem ser utilizados herbicidas seletivos ou não seletivos; neste último caso, há que se fazer uso de aplicação localizada. A escolha do método dependerá dos recursos locais e dos tipos de plantas a serem eliminadas.

Onde quer que a densidade da cobertura vegetal seja considerada satisfatória pelos padrões locais, o manejo poderá restringir-se a mantê-la dentro de limite desejável de altura, a menos que sua composição inclua espécies indesejadas, que deverão ser eliminadas de forma seletiva. Afinal, independentemente da densidade, o risco de fauna é maior onde ocorrem plantas que produzem grandes quantidades de flores e de sementes ou que oferecem qualquer outro tipo de atrativo à fauna local.

Assim, um enfoque agrônômico voltado ao manejo de solo e de plantas nas faixas de pista contribui ao desenvolvimento de uma comunidade vegetal homogênea, estável e longeva, ao mesmo tempo capaz de proporcionar redução de frequência de podas e da presença e permanência de fauna indesejável. No futuro, a disponibilidade de cultivares de plantas que venham a ser especialmente desenvolvidas para esse tipo de uso poderá contribuir a esta situação, simplificando o manejo; afinal, baixa altura de crescimento vertical e escassa ou nula produção de sementes provavelmente serão duas das características principais dessas cultivares.

#### 3.1.4 Manutenção da cobertura – podas

Dentre as técnicas de manejo de cobertura vegetal em aeroportos, a poda mecanizada tem sido a mais utilizada. Seus propósitos principais são a manutenção das plantas dentro de limites de crescimento considerados suficientes para preservá-las, de manter desobstruído o campo de visão, de reduzir o potencial de incêndios e de manter qualidade ornamental. Ademais, podas desestimulam a presença de certos tipos de fauna (WASHBURN & SEAMANS, 2013). Muitas vezes a poda é seguida pela coleta e remoção dos resíduos vegetais resultantes para prevenir sua dispersão pelo vento e reduzir riscos de segurança das aeronaves. Efeitos idênticos aos proporcionados por podas podem também resultar da aplicação de redutores químicos de crescimento (Washburn & Seamans, 2004), mas sua utilização é limitada por questões de restrições impostas por agências ambientais, pela baixa eficiência de controle onde há grande variabilidade de espécies, pelo curto período residual de vários produtos e pelos custos das aplicações.

Entretanto, em que pese sua popularidade, a operacionalização das podas é causa frequente de problemas gerenciais em aeroportos. São exemplos: 1) na ocasião da execução da poda ocorre súbita disponibilização de oportunidades de alimentação para várias espécies de aves, atraindo-as e aumentando riscos de colisões com aeronaves; 2) custos elevados de manutenção resultantes dos requisitos de equipamentos, operadores e combustíveis necessários à realização da poda, da coleta e do descarte dos resíduos vegetais dela resultantes; 3) riscos de desnudamento da superfície do solo em resposta à morte de plantas causada por podas frequentes, ou a baixas alturas de corte ou executadas com base em datas predeterminadas sem considerações ao estágio de desenvolvimento das plantas; 4) problemas de descarte econômico e seguro dos resíduos vegetais resultantes da poda; e 5) restrições à execução da poda a determinadas ocasiões, períodos e áreas por questões de segurança operacional de aeronaves. Essas são razões pelas quais, invariavelmente, as gerências de aeroportos preferem reduzir o número de podas ao mínimo possível (BELANT & AYERS, 2014).

Alguns desses problemas podem ser atenuados por ajustes operacionais tais como distribuição temporal e espacial das áreas podadas, redução de tamanho dessas áreas (Souza et al., 2016), reduções em etapas da altura da vegetação (Walmsley, 2010) e realização de podas noturnas; estas práticas diminuem o período de atração e de permanência de aves nessas áreas. Alternativas

agronômicas como plantio, introdução ou promoção do crescimento de espécies de plantas de baixo potencial de crescimento também diminuem o problema ao reduzirem a demanda por podas. Programar as podas com base em fases de desenvolvimento fenológico da vegetação predominante ou daquela que representa fonte de alimentação à fauna é também uma forma de controle dissuasivo de fauna.

A altura ideal de poda da cobertura nas faixas de pista tem sido tema controverso entre especialistas, tanto que as recomendações variam entre técnicos, agências e instituições (BELANT & AYERS, 2014). No Brasil, a Resolução Brasileira de Aviação Civil nº 153 determina altura igual ou inferior a 15 cm (ANAC, 2018), enquanto que a altura recomendada pela Organização Internacional de Aviação Civil é igual ou inferior a 20 cm (ICAO, 2012). Várias opiniões favorecem a manutenção da cobertura entre 15 - 30 cm, em concordância com a "política da grama alta" ("*long grass policy*") desenvolvida na Inglaterra nos anos 70 (BROUGH & BRIDGEMAN, 1980). Entretanto, de acordo com DeVault et al. (2013), a popularização dessa política resultou da ausência de informações bem fundamentadas sobre as alternativas. Barras & Seamans (2002) afirmam que, apesar da denominação ("grama alta"), essa faixa de altura (15 - 30 cm) inclui não mais que valores intermediários entre 5 e 45 cm, arbitrariamente estabelecidos.

Apesar de várias evidências experimentais favorecerem a "grama alta" (Patrick & Shaw, 2012; Kennedy & Otter, 2015; Abreu et al., 2017; dentre outros), não há consenso estabelecido sobre seus méritos (BARRAS & SEAMANS, 2002; SEAMANS et al., 2007). Em aeroportos norte-americanos sua adoção nem sempre resultou em diminuição da presença de aves (Seamans et al., 1999; Seamans et al., 2007). Dekker (2000) destaca o grande número de podas necessário para manter a cobertura dentro dos limites preconizados por esse sistema. Washburn & Seamans (2013) afirmam que a grama alta estimula respostas específicas de determinados integrantes da fauna, interferindo, por exemplo, com a movimentação, a visibilidade e a alimentação de várias espécies de aves, mas favorecendo o aumento da população de insetos e de pequenos mamíferos que atraem variada gama de predadores. Por sua vez, Pennell & Rolston (2010) lembram que a arquitetura e a densidade da vegetação local podem não permitir que os relvados permaneçam eretos se as podas forem feitas acima de certa altura. Essas são razões pelas quais vários autores afirmam que a altura ideal deve variar em função das características locais de clima, de flora e, principalmente, de fauna (SEAMANS et al., 1999; DEKKER, 2000; BARRAS & SEAMANS, 2002; SEAMANS et al., 2007; BELANT & AYERS, 2014; dentre outros).

Todavia não deve ser subestimada a influência de outros fatores sobre a presença de aves nesses locais, além da altura das plantas. Alinhado a este fato, Dekker (2000) propôs a substituição do termo "política de grama alta" por "política de cobertura do solo de baixa densidade aviária" ("*low bird density ground cover policy*") por considerar exagerada a ênfase dada à altura da cobertura vegetal; o autor preconiza a redução da produção de biomassa nas faixas de pista, ocupadas não exclusivamente por gramas, como meio de reduzir a fauna aviária.

### 3.1.5 Dissuasão alimentar da fauna-problema

O controle da fauna entomológica na cobertura vegetal das faixas de pista permite significativo grau de manipulação da presença de aves nesses locais. Isso pode ser feito, por exemplo, via alteração da composição botânica da cobertura. Um bom exemplo é oferecido pelo "capim-braquiária". Em certas regiões plantas desse capim são severamente atacadas por espécies de insetos (*Deois* spp., *Mahanarva* sp., *Notozulia* sp.) conhecidas popularmente como "cigarrinha-das-pastagens", cujas ninfas e adultos são consumidos por aves (VALÉRIO et al., 1996). Logo, a eliminação seletiva dessas plantas contribui indiretamente à redução da população de determinados componentes da avifauna em ambientes aeroportuários.

A poda tem efeitos marcantes sobre a fauna, por razões diversas e de efeitos simultâneos. Dentre eles está a súbita destruição do habitat dos artrópodes e sua exposição à predação. Podas repetidas alteram a composição botânica da cobertura ao eliminarem certas espécies de plantas e ao diminuírem a população de insetos associadas a estas. Isso reduz o número de determinadas espécies de artrópodes, mas ao mesmo tempo pode favorecer o aumento das populações de indivíduos das espécies desse grupo remanescente no local (FERREIRA, ROCHA & ABREU, 2015). Ademais, o efeito das podas sobre a redução da presença de pequenos mamíferos nesses locais é fato bem documentado (BARRAS & SEAMANS, 2002; SEMANS et al., 2007).

O uso de produtos inseticidas para o controle da fauna entomológica também é possível, porém tem sido limitado por custos, por impactos potenciais ao meio ambiente e por restrições impostas por agências ambientais. Não há restrições ao uso de extratos de neem (*Azadirachta indica* A. Juss), uma planta com propriedades inseticidas (Ferreira, Rocha & Abreu, 2015), mas persistem as questões dos custos de suas aplicações e do seu poder residual. Outra alternativa isenta de restrições é a introdução de inimigos naturais de insetos, como parasitoides, predadores (ácaros, por exemplo) e entomopatógenos (vírus, bactérias, fungos, nematoides) [Parra et al., 2002; Alves & Lopes, 2008; Ferreira, Rocha & Abreu, 2015] dos quais um número crescente têm sido disponibilizados para uso comercial no Brasil. A escolha depende do tipo de inseto a ser controlado, além de custos dos produtos de interesse e de suas aplicações.

Em anos recentes uma forma inovadora de dissuasão alimentar tem sido utilizada por alguns aeroportos localizados em regiões de clima temperado para o controle de fauna em faixas de pista. Trata-se do plantio de cultivares de gramíneas perenes, obtidas a partir da associação mutualística, estável e assintomática, resultante da infecção artificial de duas cultivares preexistentes (*Festuca arundinacea* Schreb. cv. Jackal® e *Lolium perenne* L. cv. Colosseum®) com cepas especialmente

selecionadas de fungos endófitos do gênero *Epichloë* (syn. *Neotyphodium*) sp. As plantas e as sementes das cultivares infectadas, denominadas Avanex® *jackal tall fescue* e Avanex® *colosseum perennial ryegrass*, acumulam determinados alcaloides que as tornam pouco atrativas como alimento para aves, para lagomorfos, para roedores e para invertebrados, os quais, por sua vez, são alimentos para várias espécies de aves (PENNELL & ROLSTON, 2013; FINCH et al., 2016; PENNELL et al., 2016; 2018). Entretanto, seus efeitos são, às vezes, inconsistentes (Miller et al., 2017) e requerem substituição total da vegetação existente na área por plantas dessas cultivares (Walmsley, 2010), ação que implica em custos consideráveis.

Até o momento não há registros de seu uso no Brasil, onde a maioria dos aeroportos situa-se em região de clima tropical. A obtenção de cultivares com idênticas propriedades, adaptados a essas regiões, deve ser de interesse não apenas para este além de outros países tropicais. A marcante especificidade entre a planta e fungo endófito, que caracteriza esse tipo de associação mutualística (Johnson et al., 2013), permite prever que a sua obtenção demandará considerável coordenação de esforço multidisciplinar, ainda a ser iniciado no Brasil.

#### 4 CONCLUSÕES

O gerenciamento do risco de fauna em aeroportos é um problema complexo, no qual a cobertura vegetal das faixas de pista desempenha papel preponderante, face seus efeitos diretos e indiretos sobre a fauna local. A implantação e manutenção exitosas dessa cobertura dependem de um conjunto específico de práticas agrônomicas, caracterizando-o como um tipo especializado de agricultura do qual se deseja uma função (contribuir à segurança aeronáutica) e não um produto primário, mensurável em unidades ou quilogramas por exemplo. O resultado satisfatório nesse caso resulta da obtenção de uma cobertura plena, permanente, homogênea, com baixo requisito de manutenção e que, ao mesmo tempo, não estimula a presença de fauna no local.

A probabilidade de êxito dessa agricultura é maior quando é dada especial atenção ao solo desde a implantação da cobertura, uma vez que suas características têm múltiplas relações com a fauna aeroportuária. A partir da implantação, o êxito passa a depender da composição de programa formado por um conjunto de técnicas de manejo, criteriosamente selecionadas para possibilitar inclusão, incorporação ou promoção do crescimento de espécies com características desejáveis e localmente adaptadas. A manutenção de número reduzido de espécies botânicas, componentes da cobertura vegetal, também tem efeitos significativos e desejáveis tanto sobre seu manejo, quanto sobre a população da fauna local. No futuro, a disponibilização no Brasil de cultivares de plantas especialmente desenvolvidas para este tipo de uso deverão possibilitar aumentos da eficiência e da eficácia do gerenciamento de riscos de fauna nos ambientes aeroportuários.

Essa "agricultura de aeroportos", talvez diferentemente de "agricultura em aeroportos", pode dar significativa contribuição à redução do risco de fauna, à diminuição de custos de manutenção e à redução da necessidade de implantação de técnicas e de métodos ativos de dissuasão de fauna nesses ambientes. Entretanto, face a complexidade do problema, deve ser vista como uma integrante fundamental, porém não suficiente, do gerenciamento de risco de fauna em aeroportos.

#### REFERÊNCIAS

- ABREU, T.L.S.; GROSSMANN, N.V.; CARVALHO, M.M.; VELHO, D.M.A.; CAMPOS, V.C.; LOPES, C.M. Evaluation of different grass height management patterns for bird control in a tropical airport. **Revista Conexão SIPAER**, v.8, n.1, p.68-79, 2017.  
 URL: [conexaosipaer.cenipa.gov.br/index.php/sipaer/article/view/363](http://conexaosipaer.cenipa.gov.br/index.php/sipaer/article/view/363)
- ALVES, S.B.; LOPES, R.B. **Controle microbiano de pragas na América Latina - avanços e desafios**. FEALQ: Piracicaba. Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiróz, v.14. 414p. 2008. ISBN: 978-85-7133-056-6
- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL [ANAC]. **AERÓDROMOS - OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E RESPOSTA À EMERGÊNCIA**. Resolução Brasileira da Aviação Civil, 53 (RBAC nº 153), Emenda nº 2, 2018. 96p.
- BARRAS, S.C.; SEAMANS, T.W. **VEGETATION MANAGEMENT APPROACHES FOR REDUCING WILDLIFE-AIRCRAFT COLLISIONS**. USDA National Wildlife Research Center - Staff Publications. 159. 10p. 2002.  
 <[http://digitalcommons.unl.edu/icwdm\\_usdanwrc/159](http://digitalcommons.unl.edu/icwdm_usdanwrc/159)>
- BELANT, J.L.; AYERS, C.R. **Habitat management to deter wildlife at airport**. National Research Council (U.S.); Transportation Research Board; Airport Cooperative Research Program; United States Federal Aviation Administration. Washington: Transportation Research Board, 2014. 52 p. (ACRP Synthesis, 52).  
 ISBN: 9780309271325 0309271320
- BROUGH, T.; BRIDGEMAN, C.J. An evaluation of long grass as bird deterrent on British airfields. **Journal of Applied Ecology**, v.17, p.243-253, 1980.  
 <<https://www.jstor.org/stable/2402322>>
- CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS [CENIPA]. **Anuário de Risco de fauna**, 2015. Brasília. 2016.  
 <<http://www2.fab.mil.br/cenipa/index.php/estatisticas/risco-fafauna?download=129:perigo-aviario-e-fauna>>. Acesso em 01/12/2018.

- DAVIS, S.K. Nest-site selection patterns and the influence of vegetation on nest survival of mixed-grass prairie passerines. **Condor**, v.107, p.605-616, 2005.  
<<https://doi.org/10.1650/0010-5422%282005%29107%5b0605:NSPATI%5d2.0.CO;2>>
- DEKKER, A. Poor long grass. In: **Proceedings of the 25<sup>th</sup> Meeting of the International Bird Strike Committee**, 2000, Amsterdam, Netherlands, p.227-236, 2000.  
<<https://www.int-birdstrike.org/Amsterdam.../IBSC25%20WPA2.pdf>>
- DeVAULT, T.L.; BELANT, J.L.; BLACKWELL, B.F.; SEAMANS, T.W. Interspecific variation in wildlife hazards to aircraft: implications for airport wildlife management. **Wildlife Society Bulletin**, v.35, p.394-402, 2011.  
<<https://doi.org/10.1002/wsb.75>>
- DeVAULT, T.L.; BEGIER, M.J.; BELANT, J.L.; BLACKWELL, B.F.; DOLBEER, R.A.; MARTIN, J.A.; SEAMANS, T.W.; WASHBURN, B.E. Rethinking airport land-cover paradigms: agriculture, grass, and wildlife hazards. **Human-Wildlife Interactions**, v.7, n.1, p.10-15, 2013.  
<[https://digitalcommons.unl.edu/icwdm\\_usdanwrc/1464](https://digitalcommons.unl.edu/icwdm_usdanwrc/1464)>
- DOLBEER, R.A. **Height distribution of birds recorded by collisions with civil aircraft**. USDA National Wildlife Research Center - Staff Publications. 500. 2006. <[http://digitalcommons.unl.edu/icwdm\\_usdanwrc/500](http://digitalcommons.unl.edu/icwdm_usdanwrc/500)>
- DORAN, J.W.; ZEIN, M.R. Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality. **Applied Soil Ecology**, v.15, p.3-11, 2000.  
<[https://doi.org/10.1016/S0929-1393\(00\)00067-6](https://doi.org/10.1016/S0929-1393(00)00067-6)>
- 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, n.1, p.564-572, 2015.  
*URL: [conexaosipaer.cenipa.gov.br/index.php/sipaer/article/viewFile/289/313](http://conexaosipaer.cenipa.gov.br/index.php/sipaer/article/viewFile/289/313)*
- FINCH, S.C.; PENNELL, C.G.L.; KERBY, J.W.F.; CAVE, V.M. Mice find endophyte-infected seed of tall fescue unpalatable - implications for the aviation industry. **Grass and Forage Science**, v.71, n.4, p.659-666, 2016.  
<<https://doi:10.1111/gfs.12203>>
- INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION [ICAO]. Bird control and reduction. **Airport Services Manual Wildlife Control And Reduction**, 4<sup>th</sup> Edition (Doc 9137 Part 3) Airport Services Manual. Document 9137 - AN/898, Part 3. Montreal, Quebec, Canada. 56p. 2012.  
ISBN 978-92-9231-929-8
- JOHNSTON, T.K.; BRANHAM, B.; BRAWN, J. Soil quality manipulation to reduce bird presence at airports. **Human-Wildlife Interactions**, v.8, n.2, p.261-270, 2014.  
<<https://digitalcommons.usu.edu/hwi/vol8/iss2/12>>
- JOHNSON, L.J.; BONTH, A.C.M. de; BRIGGS, L.R.; CARADUS, J.R.; FINCH, S.C.; FLEETWOOD, D.J.; FLETCHER, L.R.; HUME, D.E.; JOHNSON, R.D.; POPAY, A.J.; TAPPER, B.A.; SIMPSON, W.R.; VOISEY, C.R.; CARD, S.D. The exploitation of epichloae endophytes for agricultural benefit. **Fungal Diversity**, v.60, p.171-188, 2013. DOI 10.1007/s13225-013-0239-4
- KENNEDY, L.A.; OTTER, K.A. Grass management regimes affect grasshopper availability and subsequently american crow activity at airports. **Human-Wildlife Interactions**, v.9, n.1, p.58-66, 2015.  
<<https://digitalcommons.usu.edu/hwi/vol9/iss1/6/>>
- LINNEL, M.A.; CONOVER, M.R.; OHASHI, T.J. Using wedelia as ground cover on tropical airports to reduce bird activity. **Human-Wildlife Contacts**, v.3, n.2, p.226-236, 2009.  
<<https://digitalcommons.unl.edu/hwi/19/>>
- MENDONÇA, F.A.C. Gerenciamento do perigo aviário em aeroportos. **Revista Conexão SIPAER**, v.1, n.1, p.153-174, 2009.  
*URL: [conexaosipaer.cenipa.gov.br/index.php/sipaer/article/download/16/30](http://conexaosipaer.cenipa.gov.br/index.php/sipaer/article/download/16/30)*
- MILLER, D.M.; REDMOND, C.T.; FLYTHE, M.D.; POTTER, D.A. Evaluation of "Jackal" AR601 (Avanex™) and Kentucky-31 endophytic tall fescues for suppressing types of invertebrates that contribute to bird strike hazard at airports. **Crop, Forage & Turfgrass Management**, v.3, p2017-03-0023. 2017.  
<<https://doi:10.2134/cftm2017.03.0023>>
- MORRIS, M.G. The effects of structure and its dynamics on the ecology and conservation of arthropods in British grasslands. **Biological Conservation**, v.95, p.129-142, 2000.  
<[https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(00\)00028-8](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(00)00028-8)>
- PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. (eds.), 2002. **Controle biológico no Brasil - parasitóides e predadores**. Editora Manole, São Paulo. 635p.  
ISBN 8520415547, 9788520415542



- PATRICK, K.; SHAW, P. Bird strike hazard management programs at airports - what works? In: Leite, N.P.O. (ed.), **Simpósio de Segurança de Vôo**, 5. São José dos Campos: IPEV, Anais... v.4, p.1107-1112, 2012.  
<<http://www.ipev.cta.br/ssv-apresentacoes/2012/anais-2012.html>>
- PENNELL, C.G.L.; ROLSTON, M.P. The potential of specialty endophyte-infected grasses for the aviation industry. **29th Meeting of the International Bird Strike Committee**, Cairns (Australia). Proceedings... 2010. 10p.  
<<http://www.intbirdstrike.org/referenceInformation.cfm>>
- PENNELL, C.G.L.; ROLSTON, M.P. Avanex™ unique endophyte technology – bird deterrent endophytic grass for amenity turf and airports. In: Michalk, D.L., Milla, G.D., Badgery, W.B., Broadfoot, K.M. (eds.) **Proceedings of the 22nd International Grassland Congress**. New South Wales, Department of Primary Industry, Sydney/ Orange, p.453–455. 2013. ISBN: 978-1-74256-543-9
- [PENNELL, C.G.L.](#); [POPAY, A.J.](#); [ROLSTON, M.P.](#); [TOWNSEND, R.J.](#); [LLOYD-WEST, C.M.](#); [CARD, S.D.](#) Avanex™ unique endophyte technology: reduced insect food source at airports. **Environmental Entomology**, v.45, v.1, p.101-108, 2016.
- PENNELL, C.G.L.; ROLSTON, M.P.; van KOTEN, C.; MACE, W.; HUME, D.; CARD, S. **The effect of grass endophytes on earthworms and slugs under a turf mowing regime**. New Zealand Plant Protection, 71. 2018.  
<<https://doi.org/https://doi.org/10.30843/nzpp.2018.71.148>>
- PIVELLO, V.R. Invasões biológicas no cerrado brasileiro: efeitos da introdução de espécies exóticas sobre a biodiversidade. 2011. **ECOLOGIA.INFO 33**.  
<<http://www.ecologia.info/cerrado.htm>>. Acessado em 04/julho/2018.
- SEAMANS, T.W.; DOLBEER, R.A.; CARRARA, M.S.; CHIPMAN, R.B. Does tall grass reduce bird numbers on airports?: results of pen test with Canada geese and field trial at two airports, 1998. In: **Bird Strike Committee USA/Canada. Proceedings of the First Joint Annual Meeting**; p.161-167, Vancouver, 1999.
- SEAMANS, T.W.; BARRAS, S.C.; BERNHARDT, G.E.; BLACKWELL, B.F.; CEPEK, J.D. Comparison of 2 vegetation-height management practices for wildlife control at airports. **Human-Wildlife Conflicts**, v.1, p.97-105, 2007.  
<<https://digitalcommons.usu.edu/hwi/vol1/iss1/21>>
- SODHI, N.S. Competition in the air: birds versus aircraft. **The Auk**, v.119, n.3, p.587-595. 2002.  
<[https://DOI: 10.1642/0004-8038\(2002\)119\[0587:CITABV\]2.0.CO;2](https://DOI: 10.1642/0004-8038(2002)119[0587:CITABV]2.0.CO;2)>
- SOUZA, A.H.N.; GOMES, H.B.; CARVALHO, C.E.A. Corte de grama e monitoramento de fauna para aeroportos brasileiros: uma proposta metodológica. **Revista Conexão SIPAER**, v.7, n.1, p.96-102. 2016.  
<<http://conexaosipaer.cenipa.gov.br/index.php/sipaer/article/view/389>>
- STIER, J.C.; STEINKE, K.; ERVIN, E.H.; HIGGINSON, F.R.; McMAUGH, P.E. Turfgrass benefits and issues. In: Stier, J.C.; Horgan, B.P.; Bonos, S.A. (eds.). **Turfgrass: biology, use, and management**. Agronomy Monograph, 56. Madison: ASA, CSSA, SSSA. p.105-104. 2013. ISSN 2156-3276 (online)
- STORK, N.E.; EGGLETON, P. Invertebrates as determinants and indicators of soil quality. **American Journal of Alternative Agriculture**, v.7, n.1, p.38-47, 1992. <<https://doi.org/10.1017/S0889189300004446>>
- VALÉRIO, J.R.; LAPOINTE, S.L.; KELEMU, S.; FERNANDES, C.D.; MORALES, F.J. Pests and diseases of *Brachiaria* species. In: Miles, J.W.; Maass, B.L.; Valle, C.B. (eds.) **Brachiaria: biology, agronomy, and improvement**. Ciat Publication, 259. CIAT, Cali Colombia. Chapter 6. p.87-105. 1996. ISBN: 9589439578
- WALMSLEY, B. Best practice guidelines for novel endophytic grass establishment at airports. **29th Meeting of the International Bird Strike Committee**, Cairns (Australia). Proceedings... 2010. 5p.  
<<http://www.intbirdstrike.org/referenceInformation.cfm>>
- WASHBURN, B.E.; SEAMANS, T.W. **MANAGEMENT OF VEGETATION TO REDUCE WILDLIFE HAZARDS AT AIRPORTS**. USDA National Wildlife Research Center - Staff Publications. 396p. 2004  
<[https://digitalcommons.unl.edu/icwdm\\_usdanwrc/396](https://digitalcommons.unl.edu/icwdm_usdanwrc/396)>
- WASHBURN, B.E.; SEAMANS, T.W. Managing turfgrass to reduce wildlife hazards at airports. In: DeVault, T.L.; Blackwell, B.F.; Belant, J.L. (eds.), **Wildlife in Airport Environments: Preventing Animal-Aircraft Collisions through Science Based Management**. Baltimore: Johns Hopkins University Press. Chapter 10, p.105-114, 2013.  
<<https://doi.org/10.1002/jwmg.735>>

....