



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**ARTROPODOFAUNA E FLORA INFESTANTE PREVALENTE NO AEROPORTO
DE BRASÍLIA VISANDO O MANEJO DE RISCO À AVIAÇÃO**

GUILHERME FACUNDES BALDUINO

DISSERTAÇÃO

DE MESTRADO EM AGRONOMIA

BRASÍLIA – DF

AGOSTO/2024



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**ARTROPODOFAUNA E FLORA INFESTANTE PREVALENTE NO AEROPORTO
DE BRASÍLIA VISANDO O MANEJO DE RISCO À AVIAÇÃO**

GUILHERME FACUNDES BALDUINO

ORIENTADORA: CRISTINA SCHETINO BASTOS

CO-ORIENTADORA: TAMÍRIS ALVES DE ARAÚJO

DISSERTAÇÃO
DE MESTRADO EM AGRONOMIA

BRASÍLIA – DF



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

**ARTROPODOFAUNA E FLORA INFESTANTE PREVALENTE NO AEROPORTO
DE BRASÍLIA VISANDO O MANEJO DE RISCO À AVIAÇÃO**

GUILHERME FACUNDES BALDUINO

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDO AO PROGRAMA DE PÓS-
GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM AGRONOMIA.**

APROVADO POR:

**CRISTINA SCHETINO BASTOS, DSc. Fitotecnia – Entomologia/ Universidade de
Brasília/ ORIENTADORA/ e-mail: cschetino@unb.br**

**TAMÍRIS ALVES DE ARAÚJO, DSc. Entomologia/ Universidade Federal de São Carlos/
Co-Orientadora/e-mail: tamiris.araujo@ufscar.br**

**RICARDO CARMONA, DSc. Agricultura/ Universidade de Brasília/ AVALIADOR
INTERNO/ e-mail: rcarmona@unb.br**

**JORGE BRAZ TORRES DSc. Entomologia/Universidade Federal Rural do Pernambuco/
EXAMINADOR EXTERNO/CPF/ e-mail: jorge.torres@ufrpe.br**

BRASÍLIA-DF, 29 de Agosto de 2024.

FICHA CATALOGRÁFICA

BALDUINO, Guilherme Facundes

“Artropodofauna e flora infestante prevalente no aeroporto de Brasília visando o manejo de risco à aviação”

Orientação: Cristina Schetino Bastos, Brasília 2024. 70p. Dissertação de mestrado – Universidade de Brasília/ Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2024.

1. Quero-quero. 2. plantas infestantes. 3. insetos, aeroporto. 4. manejo integrado de pragas.

I. Bastos, C.S. II. Dr^a.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BALDUINO, G.F. Artropodofauna e flora infestante prevalente no aeroporto de Brasília visando o manejo de risco à aviação: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2024, 70 páginas. Dissertação.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Guilherme Facundes Balduino

TÍTULO: Artropodofauna e flora infestante prevalente no aeroporto de Brasília visando o manejo de risco à aviação.

GRAU: Mestre

ANO: 2024

É concedida à Universidade de Brasília de permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado para única e exclusivamente propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva para si os outros direitos autorais, de publicação. Nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor. Citações são estimuladas, desde que citada à fonte.

Nome: Guilherme Facundes Balduino

CPF: 020.518.661-04

Endereço: SHA Conjunto 06 Chácara 463 lote 56. CEP: 71996-350.

Telefone: (61) 985723094 / e-mail: guilhermef.balduino@gmail.com

AGRADECIMENTOS

Às Professoras Cristina Bastos e Tamiris de Araújo pela disponibilidade e orientação;

À INFRAMÉRICA, especialmente à Equipe de Fauna pelo constante apoio;

Aos vários colegas do Laboratório de Proteção de Plantas da FAV pelo esforço;

Ao professores Ricardo Carmona e Jorge Torres pela participação;

Ao Professor Pedro Zuchi e amigos da SeMA/UnB pela compreensão;

À minha família pelo suporte incondicional

RESUMO

Os gramados que circundam pistas de pouso e decolagem em aeroportos oferecem alimento que atraem e mantêm fauna que representam risco de colisão com aeronaves. O presente trabalho determinou a comunidade de artrópodes e plantas infestantes em gramados próximos as pistas do aeroporto internacional de Brasília e avaliou a abundância das principais aves de risco. A partir dos dados de amostragem foram realizadas análises da relação composicional e espacial desses organismos com o quero-quero, *Vanellus chilensis*, a principal ave de risco para aviação. Foram realizadas amostragens em dois períodos distintos: seco (Julho a Outubro) e chuvoso (Fevereiro a Maio) em, nos gramados que circundam as pistas de pouso e decolagem do aeroporto. Para tal, foram dispostos 201 pontos fixos georreferenciados nas duas pistas para amostragem de plantas infestantes e para a instalação de armadilhas do tipo *pit fall*. Além disso, foram usados dados de observação de aves de risco de aviação disponibilizados pela equipe de gestão ambiental do aeroporto. Os dados foram empregados em análises de frequência, abundância, riqueza e diversidade das plantas e artrópodes para descrição da diversidade presente na área, bem como foram produzidas curvas de rarefação em função do número de coletas e de indivíduos coletados para identificação das diferenças entre pistas e períodos. Para avaliação do comportamento espacial foram modelados semivariogramas para o quero-quero e para as plantas e artrópodes mais frequentes em cada período e, a partir desses modelos, foram produzidos mapas de distribuição para visualizar a distribuição dos organismos nas áreas em estudo. Os mapas gerados foram utilizados como base para análise visual da sobreposição de agregação entre as espécies estudadas para cada período de coleta e pista, que pudessem ser indicativos de relações tróficas. Percebeu-se marcante aumento da abundância, riqueza e diversidade de plantas e artrópodes no período chuvoso, porém sem que houvesse diferença entre as pistas. A população do quero-quero manteve-se estável ao longo do ano, demonstrando maior preferência pela pista com maiores áreas de gramado. Insetos da família Formicidae e das ordens Coleoptera e Hemiptera foram os predominantes na área de estudo e plantas infestantes das espécies *Sida rhombifolia*, *Eragrostis pilosa* e *Chamaechrista rotundifolia* foram as mais predominantes. A modelagem da distribuição espacial revelou dependência espacial para a maioria dos organismos, período de estudo e pistas e a avaliação visual dos mapas de distribuição em relação à agregação revelou zonas de convergência na agregação dos três organismos (plantas, insetos e aves). Desta forma, a fim de reduzir a incidência das aves a abordagem aplicada ao aeroporto deve focar o manejo global das três espécies, enfatizando a adoção de medidas de controle que contribuam para a redução da densidade global de insetos e plantas infestantes. Essas medidas devem priorizar o período e locais de maior ocorrência dos organismos e focar a adoção de métodos biológicos e culturais tendo em vista o contexto urbano da área de interesse

Palavras-Chave: Quero-quero, plantas infestantes, insetos, aeroporto, manejo integrado de pragas

ABSTRACT

The grasslands surrounding runways at airports provide food that attracts and sustains wildlife, increasing the risks of collisions with aircrafts. This study aimed to identify the community of arthropods and weed plants in grasslands near the runways of Brasília International Airport and assess the abundance of key bird species of risk to aviation. Based on sampling data, analyses were conducted on the compositional and spatial relationships between these organisms and the southern lapwing (*Vanellus chilensis*), the main bird species of risk to aviation. Sampling was carried out during two distinct periods: the dry period (July to October) and the rainy period (February to May) on the grasslands surrounding the airport's runways. For this purpose, 201 fixed georeferenced points were established along both runways for weed sampling, and insects were sampled through pitfall traps. Additionally, some airport crew members observed birds of risk for aviation. Information on the frequency, abundance, richness, and diversity of plants and arthropods was produced to describe the diversity present in the area. Rarefaction curves were generated based on the number of samples and individuals collected to identify differences between the runways and periods. Semivariograms were modeled for the southern lapwing and the most frequent plants and arthropods in each period for spatial behavior evaluation. From these models, distribution maps were produced to visualize the organisms' spatial distribution in the study areas. These maps were used to visually analyze the overlap in aggregation patterns among the studied species for each collection period and runway, potentially indicating trophic relationships. A significant increase in plant and arthropod abundance, richness, and diversity was observed during the rainy season, although no differences were noticed between the runways. The population of southern lapwings remained stable throughout the year, showing a preference for the runway with larger grassland areas. Insects from the family Formicidae and the orders Coleoptera and Hemiptera were predominant in the study area, while *Sida rhombifolia*, *Eragrostis pilosa*, and *Chamaechrista rotundifolia* were the most prevalent weed species. Spatial distribution modeling revealed spatial dependence for most organisms, study periods, and runways. Visual assessment of the distribution maps in relation to aggregation highlighted zones of convergence in the aggregation of the three organisms (plants, insects, and birds). Thus, to reduce bird presence, the approach applied at the airport should focus on Area-wide integrated management of these three groups, emphasizing control measures that reduce the overall density of insects and weed plants. These measures should focus on the periods and locations with higher organism occurrence and on adopting biological and cultural control methods, considering the urban context of the area of interest.

Keywords: Southern lapwing, weed plants, insects, airport, integrated pest management.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS GERAIS.....	2
2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	2
3.1. FAUNA EM AEROPORTOS.....	2
3.2. ARTROPODOFAUNA	4
3.3. FLORA	6
3.4. GEOESTATÍSTICA.....	7
4. METODOLOGIA.....	9
4.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA.....	9
4.2. PONTOS DE AMOSTRAGEM.....	10
4.3. COLETA DE DADOS	11
4.4. ANÁLISE DE DADOS.....	12
5. RESULTADOS.....	16
5.1. PLANTAS INFESTANTES	17
5.2. ARTRÓPODES.....	19
5.3. AVES.....	22
5.4. DEPENDÊNCIA ESPACIAL	23
6. DISCUSSÃO	31
7. CONCLUSÕES.....	41
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
9. ANEXOS	54
9.1. ANEXO A (PLANTAS).....	54
9.2. ANEXO B (ARTRÓPODES).....	57
9.3. ANEXO C: MAPAS DE DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL.....	61

1. INTRODUÇÃO

Os ambientes externos de aeroportos atraem fauna, que é perigosa para a aviação. Eventuais colisões com esses animais trazem risco para segurança de aeronaves, operadores, funcionários, tripulantes e passageiros. As colisões acarretam custos diretos como inspeções para detecção e correção de danos, mão de obra, peças sobressalentes e indiretos como atrasos, cancelamentos, aeronave parada e perda de clientes (SANTOS *et al.*, 2017; CENIPA, 2016). Centenas de vidas e aeronaves já foram perdidas por colisões com fauna, da qual o grupo de risco mais relevante é advindo das aves (THORPE, 2003).

A fim de reduzir riscos, as gestoras de aeroportos implantam programas de monitoramento e manejo de fauna. Esses programas incluem estratégias de afastamento ou a captura e remoção das áreas sensíveis, porém a modificação do habitat para torná-lo menos interessante para a fauna é considerado o alicerce de um programa de manejo de fauna bem-sucedido (SANTOS *et al.* 2017; METZ *et al.*, 2020).

O bom entendimento dos agentes de atração de fauna de risco como alimento, abrigo, água, sítios para reprodução e nidificação, conhecimento das principais espécies de interesse, bem como seus hábitos alimentares e comportamentais são necessárias para planejar estratégias de manejo mais eficazes (BARRAS; SEAMANS, 2002). Os recursos alimentares e sua localização são os principais determinantes dos padrões de movimento e atividade de fauna silvestre (DEVAULT *et al.*, 2017). Insetos, sementes e plantas são uma fonte alimentar empregada por muitas espécies de aves, o que propicia aumento populacional.

Os insetos são altamente dependentes e sensíveis às condições ambientais e a escala da paisagem, com respostas variáveis em seus grupos taxonômicos e funcionais (GONZÁLEZ-CÉSPED, 2021). Além disso, as relações ecológicas intra e interespecíficas determinam a estruturação e o padrão de distribuição de várias espécies de insetos e de plantas no espaço (SCIARRETTA; TREMATERRA, 2014). O levantamento da composição de espécies e a elucidação dos padrões de distribuição desses recursos no tempo e no espaço são dados importantes para melhorar a precisão e a eficácia na adoção das estratégias e táticas do manejo integrado, permitindo maior precisão no monitoramento e delimitando as áreas de intervenção (RIBEIRO *et al.*, 2020).

Métodos tradicionais de avaliar a dispersão de espécies, como o índice de Morisita ou de Lloyd, não consideram a informação geográfica dos pontos amostrais. Para correlacionar os dados obtidos nas amostras e sua real localização são usadas técnicas da Geoestatística. Essas técnicas têm sido usadas para estudar a distribuição de populações de insetos (FARIAS *et al.*,

2004). Para que seja possível aperfeiçoar o manejo de fauna de risco à aviação e reduzir a incidência de animais, o entendimento da diversidade e distribuição dos recursos alimentares para fauna no ambiente aeroportuário é necessário.

2. OBJETIVOS GERAIS

Determinar a comunidade e associação de plantas, artrópodes e pássaros no Aeroporto Internacional de Brasília – Presidente Juscelino Kubitschek.

2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar a diversidade de insetos e plantas infestantes no Aeroporto Internacional de Brasília.
- Determinar a principal ave de risco a partir de dados de avistamentos feitos pela equipe do aeroporto.
- Determinar a distribuição espaço-temporal de artrópodes, plantas infestantes e da principal ave de risco no Aeroporto Internacional de Brasília e buscar elucidar relações entre esses organismos.
- Elaborar propostas de manejo de plantas e insetos que apresentem mais íntima relação com a principal ave de risco.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. FAUNA EM AEROPORTOS

A presença de fauna nos aeroportos pode ser atribuída a diversos fatores como a busca por alimento, água, refúgio ou áreas para nidificação. Segundo o Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA, 2021), os relatos envolvendo colisões com fauna em ambientes aeroportuários vêm crescendo acentuadamente. Nos últimos vinte anos esse aumento está relacionado ao crescimento da frota brasileira e seus movimentos, bem como à maior preocupação dos agentes em registrar e produzir dados sobre o risco da fauna local (CENIPA, 2021).

A grande maioria das colisões ocorre em até 3.000 metros de altura e nas fases de pouso, taxiamento e decolagem. O risco de colisão é função da quantidade de animais presentes nos aeroportos e próximos a eles. O impacto dos danos resultantes das colisões, no entanto, são função do peso do animal e velocidade do avião (SILVA, 2011).

Desde 1912 pelo menos 816 vidas foram perdidas e 756 aeronaves foram destruídas por colisões com fauna em todo mundo (DOLBEER; SHAW, 2024). Consequentemente, as autoridades de aviação priorizam a segurança humana em detrimento da conservação da fauna (BLACKWELL *et al.*, 2013). Os aeródromos que têm obtido sucesso em reduzir a quantidade de colisões empregam táticas que aumentam a percepção do risco da fauna e reduzem a capacidade de suporte à vida (CENIPA, 2016).

Segundo o CENIPA (2021), entre 2011 e 2020 foram relatadas 9.800 colisões com aves, 501 com mamíferos, 156 com répteis e 332 com morcegos. Em outras 9.509 colisões não foi possível identificar a espécie. Isso demonstra que as aves são os principais animais de preocupação para a aviação. Essa quantidade pode ainda estar subestimada, visto que apenas 30% das colisões são de fato relatadas. Esses eventos geram um custo anual entre 1,21 e 1,36 bilhões de dólares no mundo (ALLAN; OROSZ *et al.*, 2001).

Alquezar *et al.*, (2020) estudando como o habitat de aeroportos, no Brasil, afeta a estrutura de comunidade de aves, verificaram que a composição e abundância de espécies são significativamente afetadas pelo ambiente aeroportuário, especificamente em relação ao nível de ruído e à degradação de habitats, que conduzem à maior homogeneização e a ocorrência de poucas espécies. Os autores notaram que as espécies mais adaptadas aos aeroportos são passeriformes de pequeno porte, que se alimentam de insetos e sementes.

A fauna associada a colisões com aeronaves são predominantemente espécies carnívoras-insetívoras e 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 (SOUZA, GUSMÃO, 2019). Próximo ao aeroporto de Brasília já foram registradas 68 espécies de aves (ALQUEZAR *et al.*, 2020). No Brasil, em 50,4% das colisões a espécie não é identificada; nos demais casos, as principais espécies envolvidas em colisões são o quero-quero (*Vanellus chilensis* Charadriiformes: Charadriidae), responsável por 16,04 % das ocorrências, o carcará (*Caracara plancus* Falconiformes: Falconidae), responsável por 5,5%, e a coruja-buraqueira (*Athene cunicularia* Strigiformes: Strigidae) com 1,9% dos casos. (CENIPA, 2021).

Tornar o ambiente menos atrativo à fauna é considerado a forma mais eficaz de gerenciamento de risco de fauna (SOUZA; GUSMÃO, 2019). Defusco e Unangst (2013),

classificam os métodos de manejo entre indiretos, pela modificação e/ou perturbação do habitat, adoção de substâncias deterrentes ou repelentes e exclusões físicas, e diretos, envolvendo a captura, a manipulação de ovos e ninhos, o afugentamento, a aplicação de pesticidas e o abate. As medidas de controle indiretas objetivam tornar o ambiente menos acessível ou preferível para o animal, enquanto as diretas ajudam a controlar a população e criar a percepção de perigo para os animais. Além desses fatores, a composição e as características da paisagem influenciam a atividade das espécies animais e a composição das espécies de alta mobilidade como aves, podendo estender o interesse de manejo para regiões circundantes (SÖDERSTRÖM *et al.*, 2001).

3.2. ARTROPODOFAUNA

A área de vida é um termo em ecologia que compreende a área que um animal usa para atividades de rotina como se alimentar, descansar e acasalar. Rolando (2002) revisou a literatura sobre fatores e processos que determinam a área de vida em aves e apesar de perceber diversas interações os dados indicaram que o processo mais importante para padrões espaciais de distribuição de aves era a seleção de habitats que, por sua vez, é mais influenciado pela localização e disponibilidade de alimentos.

O principal motivador da presença de aves em habitats aeroportuários é o recurso alimentar e, assim, frequentemente, a melhor forma de reduzir populações de aves é remover ou modificar os recursos alimentares, tais como pequenos mamíferos, insetos, minhocas e vegetais palatáveis. Dessa forma, a identificação dos recursos alimentares que a fauna de risco seleciona como fonte alimentar é um importante componente no manejo destes animais (DEVAULT; WASHBURN, 2013).

A investigação dos hábitos alimentares de fauna de risco pode ser feita com várias técnicas, sendo a mais comum a avaliação do conteúdo gastrointestinal de aves atingidas por aeronaves. Para separação e identificação dos itens consumidos é útil a existência de um inventário razoavelmente completo de alimentos presentes como pequenos animais, insetos e plantas (DEVAULT; WASHBURN, 2013). Um dos poucos trabalhos que avaliou artrópodes em ambientes de aeroportos no Brasil constatou que as formigas e gafanhotos são os grupos predominantes de artrópodes em dez grandes aeroportos brasileiros (FERREIRA *et al.*, 2015). Esses dois grupos são parte da dieta de variadas espécies de animais, incluindo aves de risco como carcará e o quero-quero.

Populações de insetos são altamente heterogêneas quanto à distribuição espacial. Isso é resultado da dinâmica entre as populações e fatores ambientais bióticos e abióticos. Agregações podem ser determinadas pela interação entre populações existentes e imigrantes atraídas pela liberação de feromônios ou por voláteis em plantas hospedeiras, bem como as taxas de mortalidade e natalidade podem diferir ao longo de gradientes de recursos, com regiões em crescimento populacional e outras com extinção local, produzindo padrões agregados. Assim, a compreensão da variação espacial de populações de artrópodes vem ganhando relevância no planejamento de medidas de manejo integrado de pragas (SCIARRETTA; TREMATERRA, 2014).

O contexto tradicional do manejo de pragas trata a avaliação da densidade de insetos, normalmente em uma unidade de cultivo, seguida da tomada de decisão de controle quando a densidade excede um determinado nível (MOURA, 2015). Entretanto, muitos insetos podem se agregar em campo e reduzir a necessidade da intervenção em área total. Nesse sentido, o dimensionamento da heterogeneidade a campo pode determinar a necessidade da adoção de medidas de controle em partes localizadas da lavoura, ao invés da utilização da média da densidade populacional como direcionador do controle da população em área total. A análise da heterogeneidade das densidades dos insetos é indicada especialmente para aperfeiçoar o controle químico e adotar medidas de controle localizadas ou através do uso de moléculas seletivas, tendo por base os grupos preponderantes (PARK, 2007).

O monitoramento é um dos princípios essenciais do manejo integrado de pragas, sendo a etapa preliminar a tomada de decisão quanto adoção ou não de medidas de controle. Assim, o monitoramento fornece dados para identificar estágios e situações em que o controle será mais eficaz (BARZMAN *et al.*, 2015). A implementação de dados geográficos é altamente benéfica para o monitoramento por permitir identificar dinâmicas de dispersão, pontos de início de infestação e efeito da estrutura da paisagem nas populações de artrópodes (SCIARRETTA; TREMATERRA, 2014)

A implementação do manejo de pragas em sítios específicos envolve três etapas: a medição da variabilidade espacial dos insetos dentro do campo, mapear a distribuição dos insetos para gerar mapas de aplicação e realizar o controle a partir desses mapas (PARK, 2007). Além dessa abordagem direcionar as medidas de manejo, ela reduz o risco do desenvolvimento de populações resistentes e de impactar outras espécies não alvo que compartilhem o mesmo habitat ou o entorno (BARZMAN *et al.*, 2015).

3.3. FLORA

Os arredores de pistas de pouso e decolagem de aeroportos normalmente contêm gramados de cobertura. Nos Estados Unidos esses gramados ocupam entre 39 e 50% da área total dos aeroportos (WASHBURN; SEAMANS, 2013). O gramado desempenha várias funções, tais como prevenção de erosões, facilitação da infiltração de água no solo, biodegradação de compostos orgânicos, redução de material particulado no ar, supressão de plantas indesejáveis, redução do risco de incêndios, redução do calor, manutenção do ambiente livre de obstáculos físicos e visuais e redução da oferta de poleiros e oportunidades de descanso para animais de risco (SOUZA; GUSMÃO, 2019; WASHBURN; SEAMANS, 2013). A cobertura ideal deve possuir baixo potencial invasor, resistência a invasão por outras espécies, pouca atratividade aos invertebrados e à fauna de risco, baixo requisito de manutenção e tolerância à seca (SOUZA; GUSMÃO, 2019; WASHBURN; SEAMANS, 2013). Em relação à fauna que oferece risco à aviação, nem toda cobertura vegetal é igual. Algumas plantas são mais palatáveis para animais herbívoros perigosos para os aviões, apesar da limitação das informações sobre o uso de recursos alimentares em gramado por aves identificadas como perigosas para aviação (WASHBURN; SEAMANS, 2013).

Souza e Guzmão (2018) caracterizaram a cobertura vegetal dos aeródromos brasileiros como gramados com vastas áreas desprovidas de vegetação, com o subsolo exposto pelas terraplanagens, em geral muito compactado, pobre em matéria orgânica e nutrientes. Nos gramados crescem espontaneamente diversas espécies de várias famílias botânicas como gramíneas exóticas rústicas e prolíficas como *Urochloa decubens* (Poaceae).

Assim, o principal desafio do manejo dessa cobertura vegetal é sua ampliação e homogeneização com espécies que desestimulem a presença de insetos e das aves e estejam adaptadas às condições de baixa fertilidade. A dominância de poucas espécies selecionadas facilitaria o planejamento e o manejo através do ajuste entre a roçada e o estágio de desenvolvimento, inibindo o florescimento ou reduzindo a disponibilidade de flores e sementes para alimentação de diferentes espécies (SOUZA; GUZMÃO, 2018).

A maioria das estratégias de manejo de gramados em aeroportos enfocam a manutenção de uma determinada altura de corte, remoção da palhada e fertilização. Entretanto, essa manutenção é feita quase exclusivamente por roçada mecanizada (WASHBURN; SEAMANS, 2013). A Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) determina que a altura de gramados não deve interferir na visualização da sinalização e de auxílios visuais ou constituir obstáculo para navegação aérea e não deve propiciar condições de atração de fauna e comprometimento do

fluxo dos sistemas de drenagem. Entretanto, quando não for possível definir a altura mais adequada, os operadores devem manter a grama com no máximo 15 cm de altura (BRASIL, 2023).

Semelhantemente ao que é recomendado pela ANAC, a manutenção do padrão de altura da vegetação entre 15 a 25 cm é recomendado em vários aeródromos no mundo. Porém, Barras e Seamans (2002) destacam em sua revisão que alguns dos estudos usados para embasar essas recomendações possuem problemas quanto a fontes de dados pouco confiáveis, possível ausência de significância estatística, ou serem pautados em apenas uma espécie ou utilizarem informações produzidas em áreas com comunidades de interesse distintos.

A vegetação herbácea alta pode favorecer a prevalência de espécies maiores que aninham em sua superfície ou pode abrigar grande quantidade de presas, como pequenos mamíferos, répteis e insetos (BARRAS; SEAMANS, 2002). Para algumas espécies, a vegetação mais alta afeta a quantidade de alimento facilmente acessível dificultando a captura de insetos (DEVAULT; WASHBURN, 2013). Por outro lado, a vegetação baixa proporciona abrigo e suporte a roedores e grandes comunidades de insetos, além de ser propícia ao descanso e alimentação para aves insetívoras (BARRAS; SEAMANS, 2002). Backwell *et al.* (2013) sugerem entender o comportamento alimentar e a percepção de risco de predação que as aves de interesse possuem quanto à altura da vegetação para tomar decisões quanto a roçagem.

Devault e Washburn (2013) questionam a adoção universal do uso de gramados como cobertura em aeroportos, visto que certas espécies podem ser fortes atrativos de fauna de risco à aviação, sua manutenção é onerosa e não contribuem para sustentabilidade ambiental dos aeroportos. Esses autores incentivam a avaliação de alternativas de cobertura como culturas agrônômicas, gramados comerciais de baixo porte e campos contendo vegetação nativa, especialmente em áreas localizadas nas vizinhanças dos aeroportos. A vegetação alternativa pode se equiparar ou superar as coberturas convencionais na perspectiva de atração de fauna.

3.4. GEOESTATÍSTICA

Idealmente, as ações para o controle de pragas deveriam ser aplicadas apenas onde e quando necessários para obter máxima eficiência no uso de recursos e gerar o mínimo de impactos negativos. O avanço tecnológico e a popularização de ferramentas como computadores, sensoriamento remoto, GPS e GIS possibilitou a incorporação de dados geográficos às análises estatísticas e aperfeiçoamento do manejo para orientar os locais e épocas de maior densidade dos organismos indesejados (DUARTE *et al.*, 2015).

Tradicionalmente, a densidade de insetos em uma área é usada para decisões de manejo. Segundo Park (2007), um fenômeno que se distribui de maneira uniforme ou aleatória pela área não possui variabilidade espacial, logo, espera-se que as recomendações de manejo obtidas por métodos estatísticos espaciais sejam as mesmas que um método tradicional (não espacial), pois a média de valores de pontos não amostrados será igual à média dos pontos amostrados. A utilidade dos métodos espaciais para manejo de pragas destaca-se quando os insetos têm dispersão limitada e apresentam agregação espacial. Nesses casos, os valores amostrados podem ser usados em modelagem para estimar valores em pontos não amostrados. A geoestatística é um método que vem sendo usado para descrever a estrutura espacial de pragas de interesse (PASINI *et al.*, 2015; RIBEIRO *et al.*, 2020; ALVES *et al.*, 2011, GIREESH *et al.*, 2021)

A partir de uma série de publicações do geólogo francês Georges Matheron com base em trabalhos pioneiros de Daniel Krig e Henri Wijs a Geoestatística foi desenvolvida inicialmente para aprimorar estimativas de pesquisas para mineração, mas encontrou aplicações em diversas áreas tais como agronomia, hidrologia, meteorologia, ciência do solo, avaliações de risco ambiental e poluição (DUARTE *et al.*, 2015; SCIARRETTA; TREMATERRA, 2014; YAMAMOTO; LANDIM, 2015).

A geoestatística é uma subárea da estatística que estuda variáveis regionalizadas. Uma variável regionalizada é uma função do ponto onde é medida, mas possui também outros dois aspectos, um aleatório, que não permite prever variações de um ponto a outro e um estruturado que reflete a regionalização de um fenômeno. Qualquer variável dependente do espaço que apresente um caráter estruturado, e não só aleatório, pode ser tratada como uma variável regionalizada e analisada no formalismo da geoestatística (YAMAMOTO; LANDIM, 2015).

A obtenção da função de correlação espacial, base da estimativa da variabilidade espacial, é o objetivo principal dos métodos geoestatísticos, especialmente da krigagem ordinária. Quando ocorre correlação espacial, pontos vizinhos devem possuir valores próximos e ser progressivamente diferentes à medida que ficam mais distantes até se tornarem independentes. Os métodos empregados na krigagem fazem uso eficiente dos dados disponíveis de forma que a partir de certo ponto a amostragem adicional é dispensável para melhorar modelos, possibilitando assim definir o número e a localização ótima das amostras para obtenção de boas estimativas (YAMAMOTO; LANDIM, 2015).

O procedimento de análise geoestatística por krigagem ordinária se divide basicamente em três etapas: em primeiro lugar os dados devem ser organizados para permitir a adequada identificação espacial das observações, em segundo lugar é feita a estimativa e modelagem da

autocorrelação, sendo o método mais usado a produção de semivariogramas, que são gráficos que representam as semivariâncias medidas a partir de diferentes distâncias entre pontos amostrais. O último passo é produzir um mapa de distribuição ou superfície de predições usando algum método de interpolação que permita obter estimativa de valores da variável estudada em todos os pontos não amostrados. A krigagem ordinária é o método de interpolação considerado o melhor estimador linear não enviesado (SCIARRETTA; TREMATERRA, 2014).

Um semivariograma possui algumas características relevantes para a interpretação da dependência espacial. Em semivariogramas com correlação espacial, a semivariância aumenta com a distância até certo valor no qual não há incremento à maiores distâncias. Esse valor é chamado de patamar (*sill*). A distância onde esse patamar é atingido é chamado de alcance (*range*). O ponto de intercessão do gráfico com o eixo das semivariâncias é chamado de efeito pepita (*nugget*), que é a semivariância resultante de variações aleatórias nos dados em função de erro amostral ou da semivariância não medida por distâncias menores que a distância entre amostras (RIBEIRO *et al.*, 2020).

4. METODOLOGIA

4.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

O Aeroporto Internacional de Brasília – Presidente Juscelino Kubitschek, localizado nas coordenadas -15.870120 S, -47.916010 W, conta com dois conjuntos de pistas: o conjunto mais ao norte, também chamado de 29R /11L, foi o primeiro a ser construído no final da década de 1950 e possui 3.200 m de comprimento. O conjunto mais ao sul, chamado de 29L/11R, possui 3.300 m de comprimento e foi finalizado em 2005.

A área de interesse possui aproximadamente 110 hectares de gramados, que circundam as duas pistas, excluindo-se as áreas de segurança localizadas próximas às pistas de pouso e decolagem, cujo acesso só é permitido com autorização da torre de controle. Os gramados são constituídos predominantemente de gramas batatais (*Paspalum notatum* Poaceae) e esmeralda (*Zoysia* sp. Poaceae), com vários pontos de solo descoberto e presença de diversas plantas invasoras. As áreas passam frequentemente por roçagem para manter a altura da vegetação em até 15 cm, conforme orientação da ANAC.

Os períodos de amostragem foram caracterizados em relação a temperatura e umidade relativa mínima, máxima e média e precipitação total. Os dados foram obtidos do banco de dados de estações meteorológicas do INMET (2024), sendo utilizados, especificamente, os

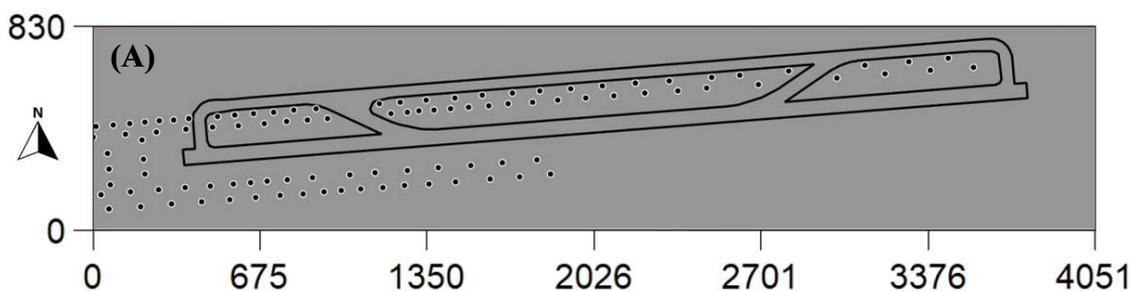
dados da estação cod. 83378, localizada no próprio aeroporto e controlada pelo Departamento de Controle do Espaço Aéreo da Força Aérea Brasileira.

4.2. PONTOS DE AMOSTRAGEM

Nas duas pistas foram delineados 10 transectos, sobre os quais foram dispostos 201 pontos fixos de amostragem, sendo 101 pontos na pista 29L11R e 100 pontos na pista 29R11L. Cada ponto foi a referência para instalação das armadilhas de queda do tipo *pitfall* e amostragens das plantas infestantes.

A distribuição dos pontos dentro de cada transecto foi realizada com base em um mapa de calor de distribuição de aves disponibilizado pela Gerência de Meio Ambiente do aeroporto. Em cada transecto foi distribuída uma quantidade de pontos proporcional à sua extensão e foi adotada uma distância menor entre pontos nos locais, onde se esperava maior concentração de aves e maior nos pontos de menor concentração. Esse tipo de amostragem é denominada de amostragem agrupada, onde o ponto de partida é uma malha regular ou sistemática com agrupamentos em torno dos pontos de interesse que são encorajados por situações de limitação técnica ou econômica (YAMAMOTO; LANDIM, 2015).

Esse arranjo teve o objetivo de potencializar as chances de coleta de organismos mais relevantes à presença das aves, sem comprometer a amostragem em área total. Dessa forma, os pontos foram dispostos a distâncias que variaram entre 65 m e 200 m entre si. As pistas e os pontos de amostragem estão representados na Fig. 1. Para facilidade, a pista 29L11R será referida como pista 1 (Figura 1A) e a 29R11L como pista 2 (Figura 1B).



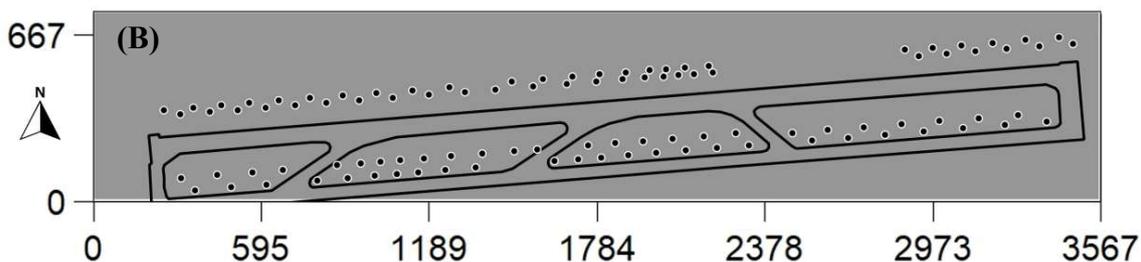


Figura 1. Pista 29L11R ou pista 1 (A) contendo a disposição dos pontos de amostragem e Pista 29R11L ou pista 2 (B) contendo a disposição dos pontos de amostragem

4.3. COLETA DE DADOS

Em cada ponto de amostragem foram instaladas armadilhas *pitfall*. Essas armadilhas foram produzidas com garrafas PET de 2L cortada transversalmente formando um recipiente com aproximadamente 10 cm de diâmetro. Esse recipiente foi enterrado até que a abertura ficasse ao nível do solo e fechado com a parte superior da garrafa cortada e invertida na forma de funil, de maneira que os insetos ao passarem sobre a armadilha caíssem no interior da garrafa e não conseguissem sair, conforme descrito por Koller *et al.* (2007). Como líquido de retenção e preservação foi usado 60 mL de álcool 70%.

As coletas foram realizadas quinzenalmente por um período de 3 meses em cada período, correspondendo predominância de seca e chuva. Os recipientes de coleta foram instalados nas armadilhas em um dia e coletados três dias depois totalizando aproximadamente 72 horas de captura para cada data. No período de seca as coletas foram realizadas nos dias 26/07, 08/08, 22/08, 06/09, 20/09 e 04/10 de 2022 e no período das chuvas as coletas foram realizadas nos dias 27/02, 13/03, 27/03, 11/04, 25/05, 09/05 de 2023.

Durante a coleta, os recipientes foram identificados com etiquetas previamente confeccionadas e contendo o número do ponto e a data de coleta. As armadilhas contendo o material biológico coletado foram levadas ao Laboratório de Proteção de Plantas da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UnB, para classificação e identificação com auxílio de microscópio estereoscópio binocular regulado para aumento de 40x [Nikon, SMZ 64, Tóquio, Japão; Olympus SZ40, Nagano, Japão; Motic SMZ 168, Xiamen, China; Motic SMZ 140, Xiamen, China; Opton TIM 2B, Beijing, China; Coleman ST30 2L, São Paulo, Brasil]. A identificação foi até ao menor nível taxonômico possível e quantificação da quantidade de insetos por táxon. Foram utilizados como recursos para identificação os livros de Fujihara *et al.* (2016), Rafael *et al.* (2024).

Para amostragem da flora infestante foram realizadas três amostragens para cada período e em cada pista. Foram realizadas de quatro a seis visitas ao longo de um período de 30 dias para que fosse realizada a amostragem em todos os 201 pontos instalados.

A coleta de dados foi realizada levando em conta a mesma malha de pontos empregada para avaliação dos insetos. Neste caso, em cada ponto foram inspecionadas as plantas infestantes presentes em dois quadrados de 1 m² lançados com auxílio de um quadro de madeira a aproximadamente 3 metros distância entre eles e em sentidos opostos a partir do ponto de referência e onde se localizava o ponto de amostragem. Assim, em cada ponto de amostragem foram anotadas as espécies infestantes e a quantidade de indivíduos encontrados em na área de 2 m². A identificação das espécies foi realizada com auxílio de guias como Lorenzi (2000, 2006) e Moreira e Bragança (2011).

A vegetação de cobertura que foi deliberadamente plantada para atender os objetivos da aviação como a grama batatais e esmeralda não foram contabilizadas por dois motivos: primeiramente seria difícil atribuir valor unitário às unidades dessas plantas tendo em vista que elas formam um maciço contínuo. E em segundo lugar, elas são menos relevantes para o manejo de infestantes dado que a sua presença é uma exigência normativa em função dos serviços prestados em aeródromos.

No período de amostragem, obteve-se ainda os dados de observações de aves de risco para a aviação tendo como referência uma grade de divisão de toda área do aeroporto em quadrantes de 150 x 150 m. Esses dados foram obtidos e fornecidos pela equipe fauna do Aeroporto. Quando uma ave ou grupo de aves era avistado, a equipe do aeroporto registrava essa informação relacionando-a à espécie e ao número de indivíduos avistados em cada um dos quadrantes. Para a aplicação dos métodos geoestatísticos, cada quadrante e seus respectivos dados, foram tratados como pontos localizados no centroide do quadrante.

O conjunto de dados das observações de aves foram compilados e organizados para conter as observações dos 5 dias anteriores e 5 dias posteriores à data de coleta de artrópodes. Isso foi realizado para que fosse possível traçar inferências de associações entre as aves, os artrópodes e as plantas infestantes.

4.4. ANÁLISE DE DADOS

Os dados de contagens e identificações dos artrópodes e das plantas foram organizados em planilhas eletrônicas do Microsoft Excel 2019. Para cada período de amostragem foram

calculados a abundância e frequência por família no caso dos artrópodes e por espécie no caso das plantas. Além disso, para cada período foi calculado o índice de Shannon-Wiener (H'), com objetivo de gerar informações relevantes sobre a estrutura da comunidade. Esse índice quantifica a incerteza em predizer a identidade de uma espécie dado o número de espécies e a distribuição e abundância de cada espécie. Se relaciona às mudanças nas espécies raras da comunidade (SILVA *et al.*, 2022).

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \times \ln p_i$$

Onde p_i representa a abundância relativa de cada espécie, calculada através da proporção dos indivíduos de uma espécie em relação ao número total dos indivíduos na comunidade.

Considerando que seria impraticável mensurar a número total de espécies na área de estudo, adotou-se o estimador Jackknife de primeira ordem para estimar a riqueza total em cada período. O estimador é calculado segundo a fórmula.

$$S_{jack} = S_{obs} + Q_1 \left(\frac{m-1}{m} \right)$$

onde, S_{obs} é o número de espécies observadas na comunidade, Q_1 é o número de espécies observadas em uma amostra (espécies únicas) e m é o número de amostras. O método inclui a reamostragem sucessiva sem repetição para estimar a média da riqueza e a variância associada (SILVA *et al.*, 2022) Essas análises foram realizadas com auxílio do software EstimateS versão 9.1.0 (COLWELL, 2013).

Os dados das plantas, insetos e aves foram todos referenciados geograficamente no mesmo sistema de coordenadas planimétrico, de forma a preservar a escala real de amostragem e a localização dos pontos dos organismos avaliados. Para tal foi utilizado o software QGIS versão 3.34 (QGIS.org, 2023).

A considerável distância entre pistas e as características contrastantes entre períodos seco e chuvoso devem gerar conformações de composição de organismos e de distribuição espacial distintas. Para explorar essa condição através do emprego das técnicas de geoestatística os dados foram agrupados nos quatro conjuntos que corresponderam às combinações de pistas e períodos estudados.

Habitats urbanos alterados ou transformados costumam sofrer exclusão da maioria das espécies nativas. Por outro lado, habitats urbanos alterados favorecem algumas espécies sinantrópicas nativas ou invasoras, que se tornam amplamente distribuídas e abundantes (GANGOSO *et al.*, 2013). Assim, foram considerados as cinco famílias de insetos e as cinco

espécies vegetais mais frequentes em cada período de amostragem, para produção dos semivariogramas e mapas de interpolação.

Os semivariogramas experimentais foram produzidos a partir da plotagem dos valores da semivariância, em função da distância entre pares de pontos. Foram produzidos semivariogramas para todas as datas ou períodos de coleta para os insetos e plantas mais abundantes e para *V. chilensis* (quero-quero), a ave de risco mais abundante do aeroporto de Brasília. A semivariância é calculada segundo a fórmula:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [z(x_i) - z(x_i + h)]^2$$

onde, $[z(x_i) - z(x_i + h)]^2$, representa a diferença entre pares de pontos separados por uma distância h . $N(h)$ são o número de pares de pontos no espaço que estão distanciados pela distância h . $\gamma(h)$ Representa a semivariância medida à distância h .

Em seguida modelos teóricos foram ajustados para cada semivariograma. Funções matemáticas exponencial, esférica, gaussiana e linear, conforme descritas por Robertson (2008), foram testadas para ajuste dos semivariogramas. Foram selecionados os modelos com o maior coeficiente de determinação (R^2), menor valor de soma dos quadrados dos resíduos e por meio de regressão linear de validação cruzada (medida entre valores amostrados e estimados por cada modelo) com intersecção (β_0) próxima a zero, a inclinação (β_1) próxima a um e maior coeficiente de determinação (R^2) (RIBEIRO *et al.*, 2020). Utilizou-se o programa Gs+ Versão 7, para produzir os semivariogramas, (GAMMA DESIGN SOFTWARE, 2004).

Outros dados coletados dos modelos foram o efeito pepita (C_0), patamar (C_{0+c}) e alcance (A). Segundo Cambardella *et al.*, (1994) a avaliação do efeito pepita como uma porção da semivariância total, ou patamar, pode ser usada para definir o grau de dependência espacial ou GDE, que é calculado segundo a seguinte fórmula:

$$GDE = 1 - \frac{C_0}{C_{0+c}}$$

Quando o efeito pepita representa 75% ou mais do patamar a dependência espacial é forte, quando representa entre 75% e 25% do patamar a dependência é moderada e quando inferior a 25% a dependência espacial é fraca.

Quando foi verificada dependência espacial para determinada variável, foram produzidos mapas de distribuição a partir da krigagem ordinária. Dentre os métodos de interpolação essa técnica é a mais difundida. Seu algoritmo considera que os valores de uma variável regionalizada apresentam uma média constante e desconhecida que permite calcular

ponderadores ótimos, que minimizem a variância do erro de estimação (OLIVEIRA *et al.*, 2015). O valor do ponto não amostrado é calculado pela fórmula:

$$Z(x_0) = \sum_{i=1}^n w_i(x_0)Z(x|i)$$

onde, $Z(x|i)$ representa o valor observado no ponto geolocalizado x_i . $Z(x_0)$ é a estimativa para o ponto x_0 , n é o número de pontos, w_i é o peso calculado para a ponto geolocalizado x_i .

Os pesos da Krigagem são definidos pela correlação espacial medida no semivariogramas e pela configuração dos pontos amostrados em relação ao ponto estimado (SCIARRETTA; TREMATERRA, 2014).

A análise da relação entre os diferentes organismos foi realizada de forma visual por comparação dos mapas de distribuição. Nesse caso se faz necessário produzir imagens mesmo para as situações onde não foi verificada dependência espacial, isto é, quando o semivariograma expressa efeito pepita puro.

Quando não foi verificada dependência espacial as interpolações foram realizadas com ponderação pelo inverso da distância. Essa é uma abordagem determinística e produz uma superfície contínua a partir dos pontos conhecidos. É considerada inferior à krigagem por não considerar princípios de não tendenciosidade e mínima variância, além de ter como única premissa o fato de que pontos próximos devem ser mais intimamente relacionados que pontos distantes (MELLO *et al.*, 2003). Nesse caso as interpolações foram feitas através da fórmula:

$$Z_p = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{d_i^p} \times z_i \right)}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{d_i^p} \right)}$$

onde, Z_p é o atributo interpolado, z_i é o valor do atributo do i -ésimo ponto de amostragem, d_i é a distância euclidiana entre o i -ésimo ponto de vizinhança e o ponto amostrado, p é o expoente utilizado ou peso do ponderador e n é número de amostras. Para todas os mapas produzidos o peso utilizado foi 1.

Para avaliar a existência de relação entre organismos e determinar os insetos e plantas mais coincidentes com a distribuição da ave, tomou-se o mapa interpolado de cada um dos períodos de observações da ave e comparou-se com os mapas de cada um dos insetos nas datas equivalentes. Para cada data foi anotado quando ocorriam sobreposições de manchas de densidade.

Em seguida, os mapas das plantas infestantes mais frequentes no período correspondentes a data de amostragem dos insetos e de maneira semelhante, avaliou-se a coincidência entre as manchas das plantas com os insetos que foram os mais coincidentes com a das aves. Os insetos e plantas que apresentaram coincidência boa ou moderada em pelo menos metade dos mapas avaliados para cada período e pista, foram considerados relevantes para o manejo das aves.

Com base nos resultados, buscou-se identificar zonas de maior incidência de organismos em cada pista e período de amostragem. Por fim, apresentar estratégias de manejo que podem contribuir em reduzir a incidência de organismos relevantes atrativos para fauna

5. RESULTADOS

A amostragem no período de seca compreendeu as datas de 25/07 a 07/10 de 2022. Segundo dados da estação meteorológica automatizada do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (INMET, 2024), esse período registrou temperatura média de 22,38°C, com média diária mínima de 18,22 °C, no início de agosto, e máxima de 26,82°C, em meados de setembro. A umidade relativa média do período foi de 50,23%, com a média diária máxima de 81,75% no final de setembro, e a média mínima de 28,5%, em meados de setembro. A precipitação acumulada no período foi de 19 mm concentrados entre 18/09 e 23/09 de 2022 (Figura 2A)

A amostragem conduzida no período chuvoso foi de 27/02 a 12/05 de 2023, onde se registrou temperatura média de 22,3°C, com média diária mínima de 19,2°C no início de abril, e média máxima de 25,85°C no início de março. A umidade relativa média do período foi de 69,75%, com média máxima diária de 82,75% no final de março e média mínima diária de 51,5% no início de março. A precipitação acumulada no período foi de 134,9 mm, dos quais 108 mm incidiram no mês de março (Figura 2B).

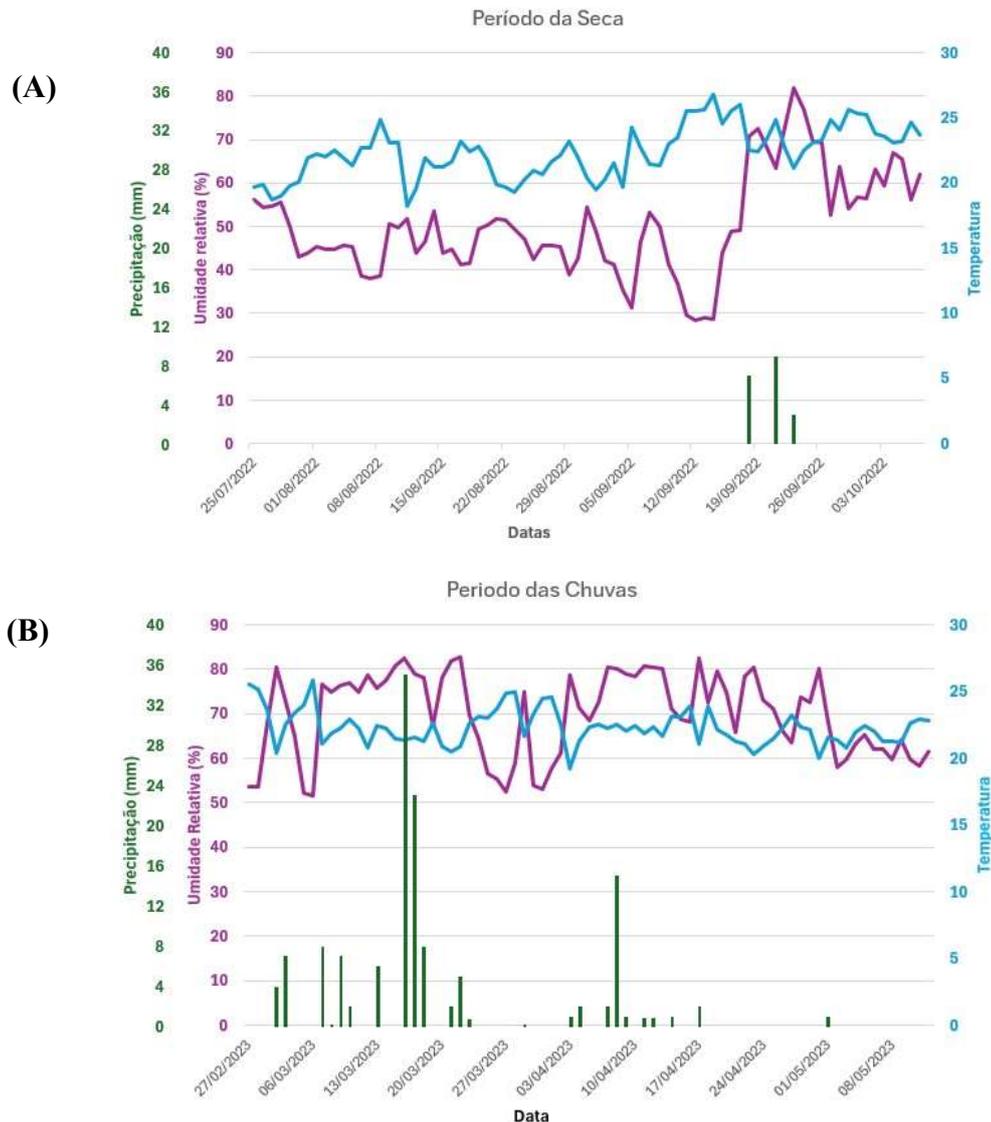


Figura 2. Condições de temperatura, umidade e precipitação no período da seca (A) e no período da chuvas (B).

5.1. PLANTAS INFESTANTES

Nos dois períodos de amostragem, 41.871 plantas infestantes foram identificadas, distribuídas em 17 famílias botânicas, com 65 espécies. As famílias com maior abundância foram Poaceae (41,74%), Fabaceae (34,85%), Asteraceae (7,01%), Malvaceae (5,97%), Euphorbiaceae (3,83%), Rubiaceae (2,10%), Amaranthaceae (1,99%) e Convolvulaceae (1,84%). As demais famílias representaram abundância inferior a 1% (Anexo A; Tabela i).

No período de seca, as espécies que apresentaram maior frequência nas amostragens foram *Eragrostis pilosa* (Poaceae) (67%), *Zornia* spp. (Fabaceae: Faboideae) (52,2%), *Sida rhombifolia* (Malvaceae) (29,4%), *Chamaechrista rotundifolia* (Fabaceae: Caesalpinioideae)

(29,4%), *Andropogon* spp. (Poaceae) (24,5%). *Stylosanthes* spp. (Fabaceae: Faboideae) (23,5%) e *Pectis brevipedunculata* (Asteraceae) (20,7%). As demais espécies ocorreram em menos de 20% das amostragens (Anexo A; Tabela i).

No período chuvoso houve consideravelmente maior abundância e riqueza de espécies de plantas infestantes. As espécies mais frequentes foram *Zornia* spp. (Fabaceae: Faboideae) (85,9%), *E. pilosa* (68,49%), *P. brevipedunculata* (66,5%), *S. rhombifolia* (65,34%), *C. rotundifolia* (52,07%), *Stylosanthes* spp. (Fabaceae: Faboideae) (48,42%), *Aeschynomene histrix* (Fabaceae: Faboideae) (41,29%), *Euphorbia prostrata* (Euphorbiaceae) (39,64%), *Euphorbia hirta* (Euphorbiaceae) (26,70%), *Desmodium incanum* (Fabaceae: Faboideae) (24,21%) e *Richardia brasiliensis* (Rubiaceae) (22,22%). As demais espécies ocorreram em menos que 20% das amostragens (Anexo A; Tabela i).

Não foram verificadas diferenças significativas para a abundância e a riqueza de espécies de plantas entre as pistas 1 e 2 em ambos os períodos de amostragem (Figura 3). As curvas de rarefação apresentam tendência de estabilização da riqueza tanto quando para o esforço amostral (número de coletas; Fig. 2, a esquerda), como em relação ao número de indivíduos coletados por data (Fig. 2, a direita), sugerindo que novas amostragens provavelmente não resultariam no incremento no número de famílias de insetos.

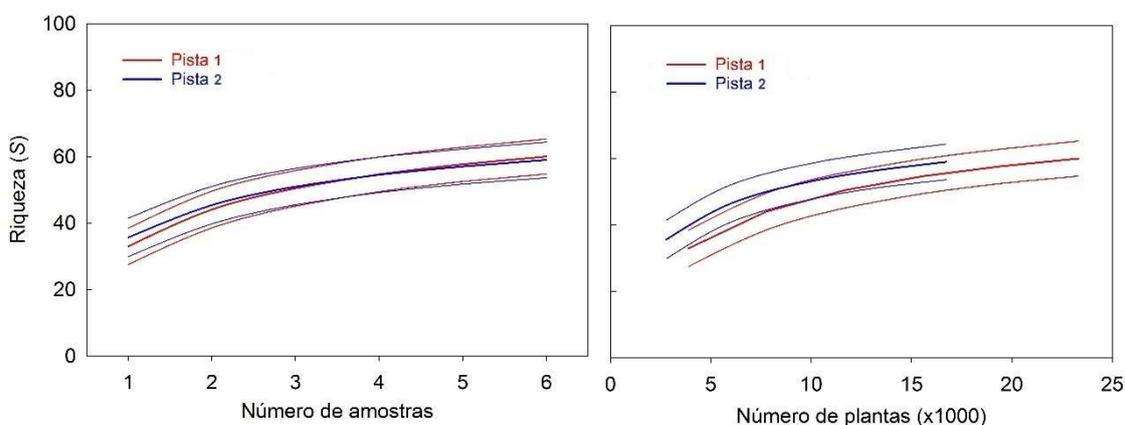


Figura 3. Comparação das curvas de rarefação para acúmulo de famílias de plantas para pistas 1 e 2, considerando todo o período de coleta. O número de famílias (média \pm IC a 95% de probabilidade) foi plotado em função do número amostras (esforço amostral à esquerda) e de indivíduos totais (x1000 indivíduos à direita).

Em relação aos diferentes períodos, seco e chuvoso, foi observado que houve maior riqueza de espécies de infestantes no período das chuvas (Figura 4), em decorrência da maior abundância e diversidade de espécies vegetais encontradas (Tabela 1). Também, no período

chuvoso concentrou-se 68,31% dos indivíduos amostrados, e maior valor do índice de diversidade de Shannon, além do dobro da riqueza observada no período seco (Tabela 1).

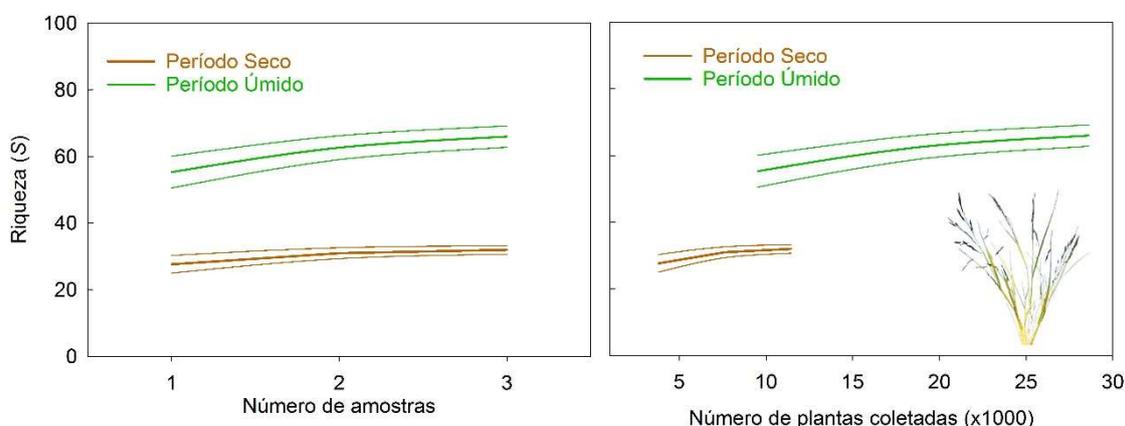


Figura 4. Comparação de curvas de rarefação para acúmulo de taxa de espécies de plantas em cada período de coleta ($n = 6$ datas). O número de táxons (média \pm IC a 95% de probabilidade) foi plotado em função do número de amostras (à esquerda, representando o esforço amostral) e de indivíduos totais ($\times 1000$, à direita).

Tabela 1. Total (n) e média de plantas infestantes coletadas por data de amostragem nos períodos seco e chuvoso ($n = 603$ em ambas as estações) nas pistas 1 e 2, do aeroporto internacional de Brasília, DF.

	Período Seco	Período Chuvoso
Total	11438	28601
Média por amostra (2 m ²)	18,9 (13,2 – 24,7)	47,5 (40,8 – 54,1)*
Riqueza S	32	66
Estimador Jackknife	(29,8 – 34,1)	(61,1 – 70,9)*
Diversidade H'	1,57 (1,41 – 1,73)	2,61 (2,55 – 2,68)*

*Valores entre parênteses representam intervalo de confiança da média a 95% de probabilidade, calculado pelo EstimateS através do método Jackknife (Cowell, 2013).

5.2. ARTRÓPODES

Ao todo foram coletados 57394 indivíduos nas duas pistas e períodos de coletas distribuídos em 12 ordens e 94 famílias. Uma porção da coleta de 3031 indivíduos não foram identificados ao nível de família, por estarem em mau estado de conservação no momento da análise. As ordens mais abundantes foram Hymenoptera (61,76%), Coleoptera (18,98%),

Hemiptera (11,21%), Orthoptera (2,06%), Psocoptera (1,93%) e Diptera (1,78%). As demais ordens representaram menos que 1% da abundância (Anexo B, Tabela ii)

No período de seca as famílias mais frequentes foram: Formicidae (Hymenoptera) (86,14%), Tenebrionidae (Coleoptera) (43,02%), Anthicidae (Coleoptera) (30,59%) e Cicadellidae (Hemiptera) (17,08%). A fase imatura de um Coleoptera (larva elateriforme), denominada Coleoptera N.I.1, obteve frequência de 29.25% e foi considerada para as análises de geoestatística. As demais famílias estavam presentes em menos que 20% das amostras (Anexo B, Tabela ii).

No período chuvoso, as famílias mais frequentes incluíram novamente Formicidae (Hymenoptera) (90,87%), além de Cicadellidae (Hemiptera) (56,16%), Curculionidae (Coleoptera) (54,35%), Acrididae (Orthoptera) (33,07%), Nitidulidae (Coleoptera) (31,96%), Tenebrionidae (Coleoptera) (27,82%), Rhyparochromidae (Coleoptera) (26,79%), Scarabaeidae (Coleoptera) (21,71%), Aphididae (Hemiptera) (20,16%) e Coreidae (Hemiptera) (20,07%). As demais famílias obtiveram menos que 20% de frequência nas amostras avaliadas (Anexo B, Tabela ii).

Ao se comparar as pistas não é possível verificar diferença significativa entre a riqueza de espécies (Figura 5). Curvas de rarefação indicam que o esforço amostral foi suficiente para caracterizar a comunidade local através das famílias de insetos comuns tanto pelo número de coletas como de indivíduos coletados por data de coleta (Fig. 4). Os resultados sugerem que novas famílias de insetos seriam raramente adicionadas àquelas já coletadas.

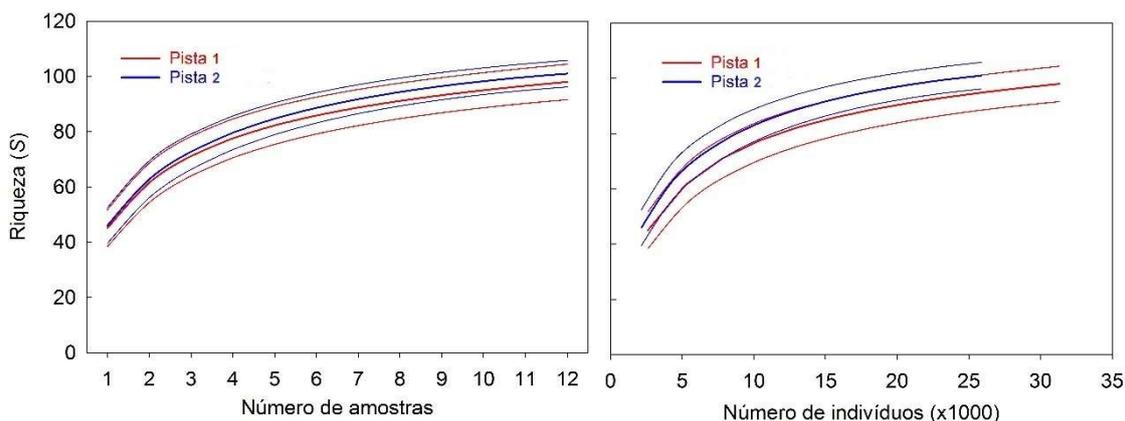


Figura 5. Comparação das curvas de rarefação em relação ao acúmulo de taxa de artrópodes para pistas 1 e 2, considerando todo o período de coleta. O número de famílias (média \pm IC a 95% de probabilidade) foi plotado em função do número amostras (esforço amostral à esquerda) e de indivíduos totais (x1000 indivíduos à direita).

Em relação aos períodos de seca e chuvoso, nota-se que a riqueza de famílias de insetos é superior no período chuvoso (Figura 6). No período chuvoso foi coletado 60,28% dos insetos e, também, resultou em maior valor do índice de diversidade com 84 das 94 famílias coletadas, enquanto no período de seca foram coletadas 67 das 94 famílias (Tabela 2).

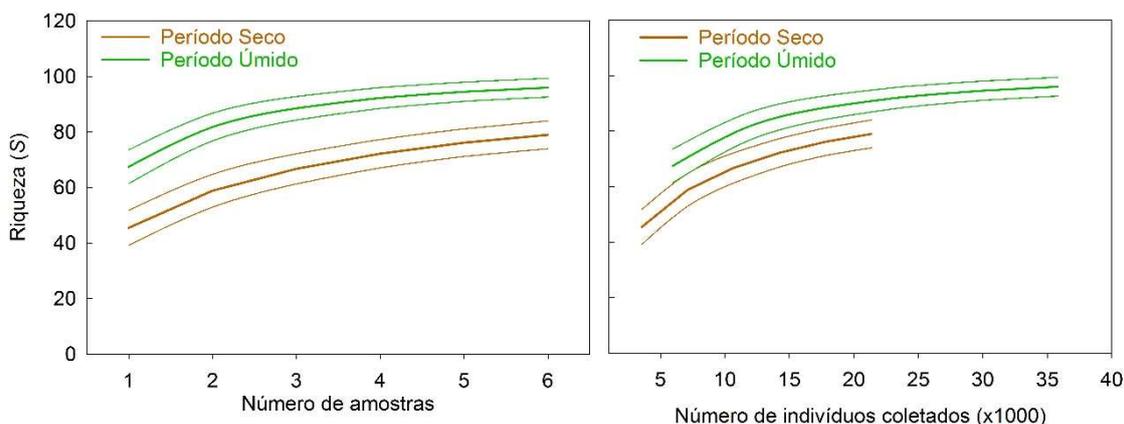


Figura 6. Comparação das curvas de rarefação para acúmulo de taxa de artrópodes em cada período de coleta ($n = 6$ datas). O número de táxons (média \pm IC a 95% de probabilidade) foi plotado em função do número de amostras (à esquerda representando o esforço amostral) e de indivíduos totais (x1000, à direita).

Tabela 2. Total (n) e média de artrópodes coletados por armadilha *pitfall* nos períodos seco e chuvoso ($n = 1118$ e 1161 armadilhas) instaladas nas pistas 1 e 2 do aeroporto internacional de Brasília, DF.

	Período Seco	Período Chuvoso
Total	21590	35804
Média por armadilha	19,1 (16,2 – 21,9)	30,9 (26,7 – 34,4)*
Riqueza S	79	96
Estimador Jackknife	(74,0 – 84,0)	(92,6 – 99,4)*
Diversidade H'	1,58 (1,40 – 1,77)	1,95 (1,91 – 1,98)*

*Valores entre parênteses representam intervalo de confiança da média a 95% de probabilidade, calculado pelo EstimateS através do método Jackknife (Cowell, 2013).

5.3. AVES

Os dados disponibilizados pela Gerência de Meio Ambiente do Aeroporto de Brasília demonstraram os avistamentos de cinco espécies de aves de risco para a aviação. Após o ajuste dos dados para pareamento com as datas de coleta de insetos, foram contabilizadas 4031 aves observadas em ambas as pistas e períodos de coletas.

Das cinco espécies avistadas, o quero-quero *Vanellus chilensis* (Charadriiformes: Charadriidae) se destacou como a ave mais abundante, nas duas pistas e períodos de coletas, representando 85,14 % das aves registradas, seguido por *Syrigma sibilatrix* (Pelecaniformes: Ardeidae) com 3,94%, *Athene cunicularia* (Strigiformes: Strigidae) com 3,82%, *Carcara plancus* (Falconiformes: Falconidae) com 3,55% e *Theristicus caudatus* (Pelecaniformes: Threskiornithidae) com 3,55%.

Um ligeiro aumento na abundância de aves no período chuvoso, porém não significativo (Figura 7). No entanto, diferente dos insetos e plantas que variou entre períodos de coleta, o efeito na abundância de *V. chilensis* foi observado entre as pistas, com maior ocorrência desta espécie na pista 1 (Figura 8).

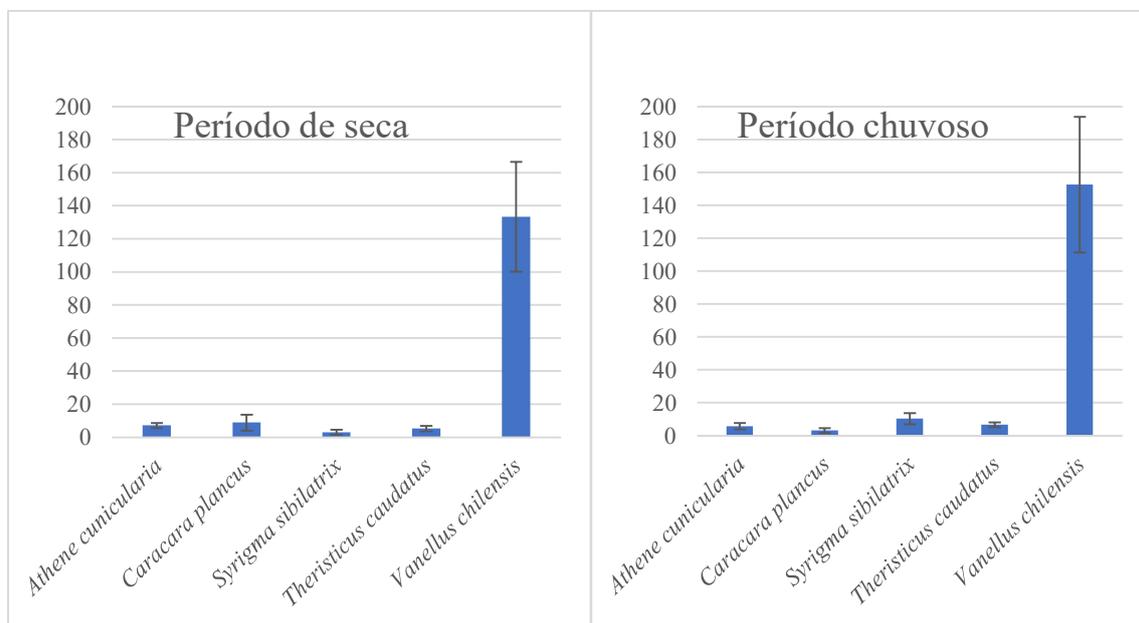


Figura 7. Número médio de espécies de aves contabilizadas no período seco (Julho a Outubro de 2022) e chuvoso (Março a Maio de 2023) em ambas do aeroporto de Brasília, DF (Barras de erros indicam o erro padrão da média para as 12 amostragens nos dois períodos).

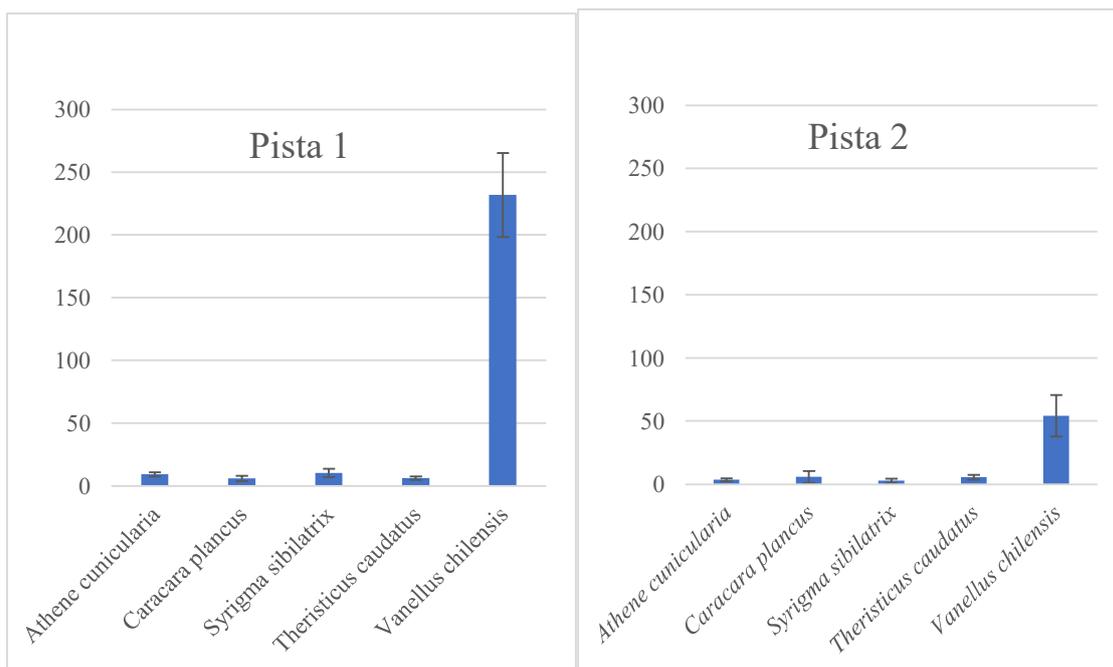


Figura 8. Número médio de espécies de aves contabilizado nas pistas 1 e 2 durante todo período do estudo realizadas no aeroporto de Brasília, DF. (Barras de erros indicam o erro padrão da média para as 12 datas em cada pista)

5.4. DEPENDÊNCIA ESPACIAL

A partir dos dados geolocalizados das amostragens foram gerados 204 modelos de semivariogramas, sendo 51 modelos para cada conjunto de período e pista: 30 modelos para os artrópodes mais frequentes, 15 modelos para as plantas mais frequentes e seis modelos de distribuição do quero-quero. Tendo em vista os critérios pré-estabelecidos, ao todo foram selecionados 44 modelos, sendo 11 para cada combinação de período de coleta e pista (Anexo C, Figuras i, ii, iii e iv). Todos os modelos selecionados foram isotrópicos, sendo 23 exponenciais, 8 gaussianos, 10 esféricos e 3 modelos que apresentaram efeito pepita puro (Tabelas 3 a 6).

Os modelos revelaram existir dependência espacial entre os pontos amostrados para maioria dos organismos. Para insetos, 10 modelos revelaram forte dependência espacial ($GDE > 0,75$) (Tabelas 3 a 6), 8 modelos mostraram dependência moderada ($0,75 > GDE > 0,25$) (Tabela 3 a 6), e 2 modelos não houve dependência espacial ($GDE = 0$) (Tabelas 4 e 5). No caso das plantas, 17 modelos tiveram forte dependência espacial (Tabelas 3 a 6) e 3 modelos apresentaram dependência moderada (Tabelas 3 e 4). Para o quero-quero a dependência espacial foi menos pronunciada com 2 modelos apresentando forte dependência espacial (Tabelas 4 e

5), 1 modelo mostrando dependência moderada (Tabela 3) e 1 modelo não apresentando dependência espacial (Tabela 5).

Tabela 3: Parâmetros e modelos teóricos dos organismos avaliados na período da seca na pista 1. (*): β_0 : Interceptação da reta; β_1 : Inclinação da reta; SQR: Soma de quadrados dos resíduos; C_0 : Efeito pepita; C_0+C : Patamar; A: Alcance; GDE: Grau de dependência espacial; R^2 : coeficiente de determinação.

Período SECA pista 1		Características dos modelos de distribuição espacial							Validação cruzada		
Organismos		MODELO	C_0	C_0+C	A	SQR	R^2	GDE	β_0	β_1	R^2
Insetos	<i>Formicidae</i>	Esférico	4,6	83,69	93	854	0	0,945	4,93	0,282	0,007
	Tenebrionidae	Gaussiano	4,6	29,19	4541,44	30,5	0,86	0,842	0,79	0,509	0,025
	Anthicidae	Exponencial	0,509	2,235	210	2,48	0,057	0,772	0,89	-0,012	0
	Coleoptera N.I.1	Exponencial	0,874	2,487	459	1,93	0,258	0,649	0,8	0,159	0,004
	Cicadellidae	Esférico	0,465	0,931	1467	0,958	0,216	0,501	0,16	0,601	0,046
Plantas	<i>Eragrostis pilosa</i>	Esférico	74,9	327,5	309	36994	0,363	0,771	1,6	0,901	0,409
	<i>Zornia</i> spp.	Exponencial	1,83	14,31	180	38,1	0,105	0,872	3,23	0,124	0,003
	<i>Sida rhombifolia</i>	Exponencial	2,107	4,215	906	1,44	0,644	0,5	0,65	0,558	0,064
	<i>Chamaechrista rotundifolia</i>	Gaussiano	3,77	12,549	4245,26	12,2	0,623	0,7	0,71	0,252	0,005
	<i>Andropogon</i> spp.	Esférico	0,52	12,75	129	271	0,006	0,959	0,98	0,221	0,006
Ave	<i>Vanellus chilensis</i>	Exponencial	3,8	7,601	1182	3,6	0,593	0,5	-0,01	0,975	0,193

Tabela 4: Parâmetros e modelos teóricos dos organismos avaliados na período da seca na pista 2. (*): β_0 : Interceptação da reta; β_1 : Inclinação da reta; SQR: Soma de quadrados dos resíduos; C_0 : Efeito pepita; C_0+C : Patamar; A: Alcance; GDE: Grau de dependência espacial; R^2 : coeficiente de determinação.

Período da SECA pista 2		Características dos modelos de distribuição espacial							Validação cruzada		
Organismos		MODELO	C_0	C_0+C	A	SQR	R^2	GDE	β_0	β_1	R^2
Insetos	<i>Formicidae</i>	Gaussiano	106,9	213,9	1188,19	12344	0,488	0,5	1,55	0,791	0,158
	Tenebrionidae	Esférico	10,22	26,51	690	356	0,406	0,614	0,32	0,846	0,246
	Anthicidae	Exponencial	0,285	1,497	120	2,07	0,012	0,81	0,35	0,275	0,01
	Coleoptera N.I.1	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	Cicadellidae	Exponencial	0,098	0,559	177	0,0268	0,348	0,825	0,16	0,495	0,047
Plantas	<i>Eragrostis pilosa</i>	Exponencial	67,5	330,3	105	114378	0,004	0,796	0,53	0,917	0,19
	<i>Zornia</i> spp.	Esférico	5,7	88,6	173	1227	0,343	0,936	1,48	0,734	0,165
	<i>Sida rhombifolia</i>	Exponencial	0,698	1,397	459	0,422	0,185	0,5	0,27	0,37	0,031
	<i>Chamaechrista rotundifolia</i>	Exponencial	0,146	1,128	291	0,505	0,265	0,871	0,09	0,834	0,285
	<i>Andropogon</i> spp.	Gaussiano	0,255	2,385	83,14	8,7	0,001	0,893	0,34	-0,166	0,002
Ave	<i>Vanellus chilensis</i>	Gaussiano	0,001	0,754	278,86	0,289	0,541	0,999	0,34	0,13	0,015

Tabela 5: Parâmetros e modelos teóricos dos organismos avaliados no período da chuva na pista 1. (*): β_0 : Interceptação da reta; β_1 : Inclinação da reta; SQR: Soma de quadrados dos resíduos; C_0 : Efeito pepita; C_0+C : Patamar; A: Alcance; GDE: Grau de dependência espacial; R^2 : coeficiente de determinação.

Período CHUVOSO pista 1		Características dos modelos de distribuição espacial							Validação cruzada		
Organismos		MODELO	C_0	C_0+C	A	SQR	R^2	GDE	β_0	β_1	R^2
Insetos	Formicidae	Exponencial	72,9	387,8	210	34733	0,144	0,812	10,51	0,51	0,04
	Cicadellidae	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	Curculionidae	Exponencial	9,1	69,43	297	602	0,5	0,869	2,37	0,61	0,145
	Acrididae	Exponencial	7,97	16,98	6846	71,7	0,333	0,531	-0,38	1,341	0,406
	Nitidulidae	Gausiano	1,5	8,009	4363,04	3,01	0,833	0,813	0,62	0,438	0,018
Plantas	<i>Zornia</i> spp.	Esférico	0,5	33,86	92	61,2	0	0,985	5,73	0,193	0,004
	<i>Eragrostis pilosa</i>	Exponencial	29,8	302	150	23798	0,061	0,901	5,74	0,672	0,106
	<i>Pectis brevipedunculada</i>	Exponencial	1,06	10,59	105	4,93	0,067	0,9	0,64	0,806	0,11
	<i>Sida Rhombifolia</i>	Exponencial	2,4	16,86	240	75,8	0,229	0,858	0,94	0,744	0,146
	<i>Chamaechista rotundifolia</i>	Exponencial	0,75	6,897	84	17,2	0,003	0,891	0,49	0,774	0,077
Ave	<i>Vanellus chilensis</i>	Exponencial	6,77	35,72	549	251	0,333	0,81	1,73	0,233	0,01

Tabela 6: Parâmetros e modelos teóricos dos organismos avaliados no período da chuva na pista 2. (*): β_0 : Interceptação da reta; β_1 : Inclinação da reta; SQR: Soma de quadrados dos resíduos; C_0 : Efeito pepita; C_0+C : Patamar; A: Alcance; GDE: Grau de dependência espacial; R^2 : coeficiente de determinação.

Período CHUVOSO pista 2		Características dos modelos de distribuição espacial							Validação cruzada		
Organismos		MODELO	C_0	C_0+C	A	SQR	R^2	GDE	β_0	β_1	R^2
Insetos	Formicidae	Esférico	433	1352	670	864715	0,466	0,68	10,69	0,417	0,051
	Cicadellidae	Esférico	2,477	4,955	682	3,54	0,571	0,5	0,22	0,852	0,217
	Curculionidae	Exponencial	3,91	7,821	549	6,3	0,46	0,5	1,07	0,49	0,05
	Acrididae	Exponencial	0,244	2,468	66	3,85	0,001	0,901	0,52	0,283	0,008
	Nitidulidae	Gausiano	0,137	0,837	133,37	0,19	0,227	0,836	0,21	0,523	0,086
Plantas	<i>Zornia</i> spp.	Exponencial	10,6	99,7	126	277	0,38	0,894	9,13	0,109	0,002
	<i>Eragrostis pilosa</i>	Esférico	5,4	47,79	78	908	0	0,887	2,47	0,216	0,009
	<i>Pectis brevipedunculada</i>	Exponencial	1,65	12,95	189	23,2	0,3	0,873	0,68	0,757	0,117
	<i>Sida Rhombifolia</i>	Exponencial	2,46	17,33	138	35,8	0,12	0,858	2	0,373	0,022
	<i>Chamaechista rotundifolia</i>	Gausiano	1,55	11,76	226,89	7,47	0,849	0,868	0,93	0,67	0,29
Ave	<i>Vanellus chilensis</i>	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

A avaliação dos mapas de distribuição do quero-quero por meio da krigagem e do inverso da distância ponderada no período de seca e pista 1, verifica tendência da ave se manter

em maiores densidades na porção oeste da pista. Esta parte da pista é mais densamente envolta por remanescentes de vegetação nativa, com aglomerações especialmente na porção norte, mais próxima do terminal, onde existem áreas degradadas e resquícios das antigas ocupações existentes antes da expansão do aeroporto. Dos insetos mais frequentes, a larva elateriforme denominada Coleoptera N.I.1 foi a que mais se sobrepôs a esse modelo de distribuição resultando em coincidência de manchas de ocorrência do inseto e do pássaro, em metade das datas de avaliação do período de seca. Em relação a ocorrência do inseto, em questão, as plantas *E. pilosa* e *Andropogon spp.* foram as que obtiveram melhor sobreposição com suas manchas de ocorrência (Figura 9).

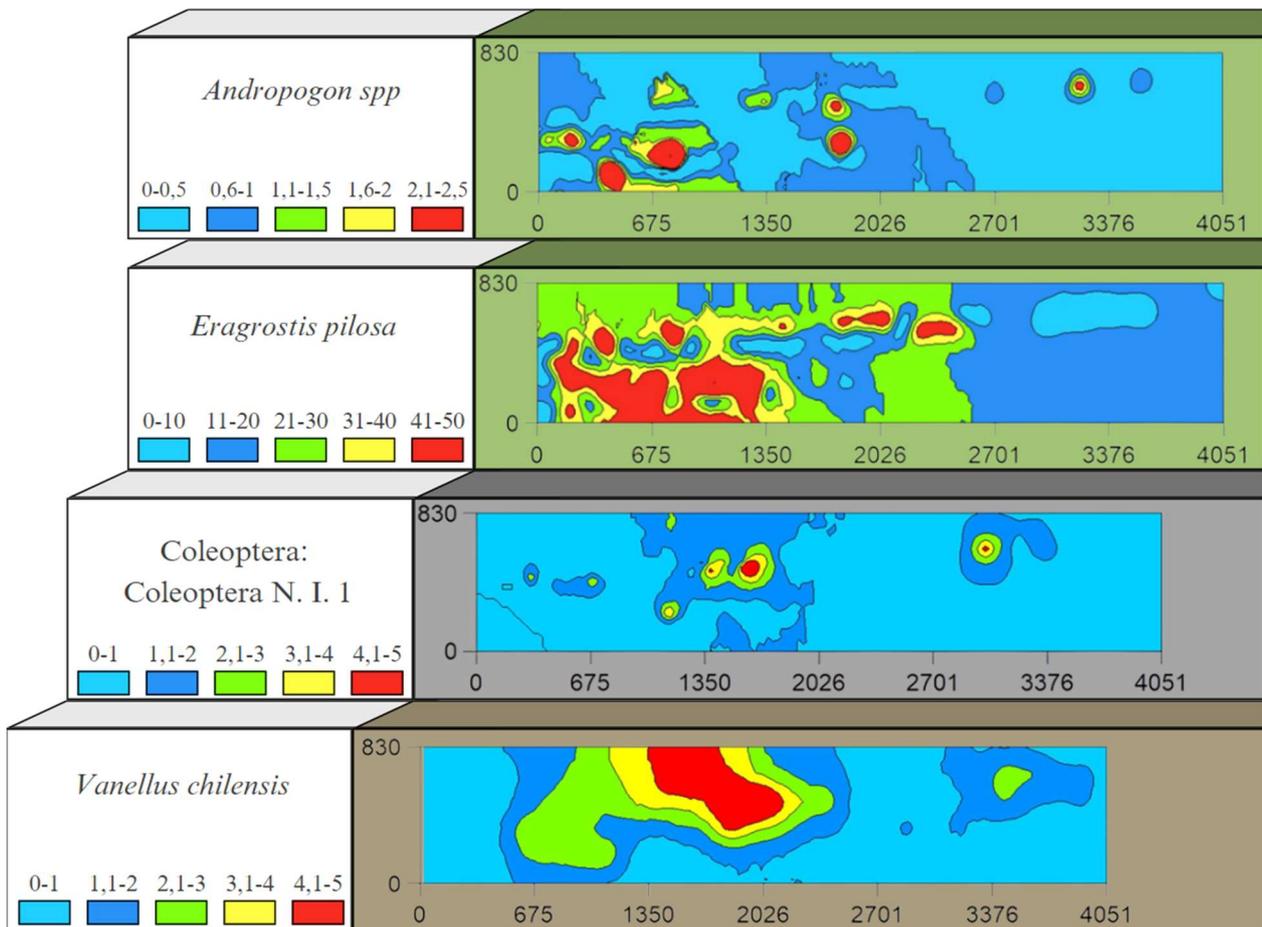


Figura 9. Mapas da distribuição espacial para a pista 1 e período de seca, considerando o quero-quero, *Vanellus chilensis* (Charadriiformes: Charadriidae) amostrado através de análise visual, das famílias de insetos amostradas através de *armadilhas pitfall* e das plantas infestantes amostradas..

Contudo, na pista 2, a densidade do quero-quero foi menor. As aglomerações foram limitadas a pequenos pontos contendo um ou dois indivíduos, bem distribuídos ao longo da área, frequentemente próximos ao pavimento. Também neste caso, observou maior densidade das aves na parte norte da pista de decolagem ou entre a pista de decolagem e taxiamento, nos pontos onde o gramado é mais estabelecido. O quadrante sudeste, próximo à base aérea militar mostrou pouca incidência da ave. A família Formicidae, apesar de se distribuir amplamente pela área, também apresentou maior densidade nos gramados ao norte da pista 2 durante todo o período de seca. As plantas que se distribuíram de maneira semelhante às formigas e ao quero-quero foram *E. pilosa* e *S. rhombifolia*, concentrando-se na região ao norte da pista 2 (Figura 10).

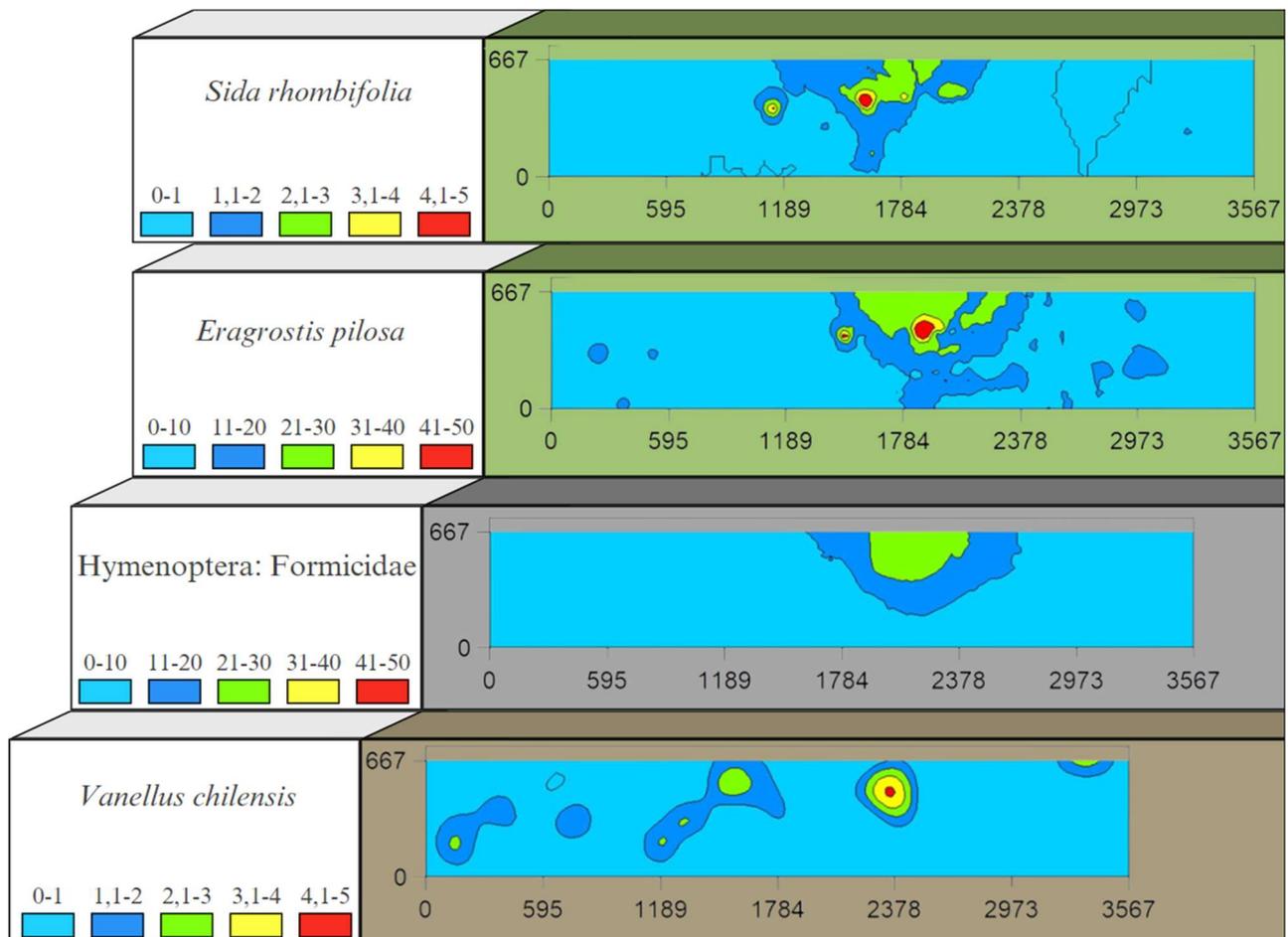


Figura 10. Mapas da distribuição espacial para a pista 2 e período de seca, considerando o quero-quero, *Vanellus chilensis* (Charadriiformes: Charadriidae) amostrado através de análise

visual, das famílias de insetos amostradas através de armadilhas *pitfall* e das plantas infestantes amostradas.

Na pista 1 e no período das chuvas, foram verificadas as maiores abundâncias para as espécies monitoradas. Houve concentrações de quero-quero na cabeceira oeste e no quadrante sudoeste mais aparentes, que são regiões circundadas por remanescentes de vegetação. Houve também eventuais concentrações na região nordeste próximo a uma gleba desmatada e em obras para construção de galpões. As maiores abundâncias dos organismos favoreceram o surgimento de várias sobreposições entre a manchas. Houve coincidência entre a ocorrência dos insetos das famílias Cicadellidae, Curculionidae e Formicidae, com as manchas da ave em mais da metade das datas de avaliação. No caso das plantas, houve aumento na incidência de *Zornia* spp., que foi a infestante mais abundante no período chuvoso, distribuindo-se por toda a área. Contudo, as espécies *S. rhombifolia* e *P. brevipedunculada* demonstraram mais pontos de coincidência entre sua ocorrência e a dos insetos (Figura 11).

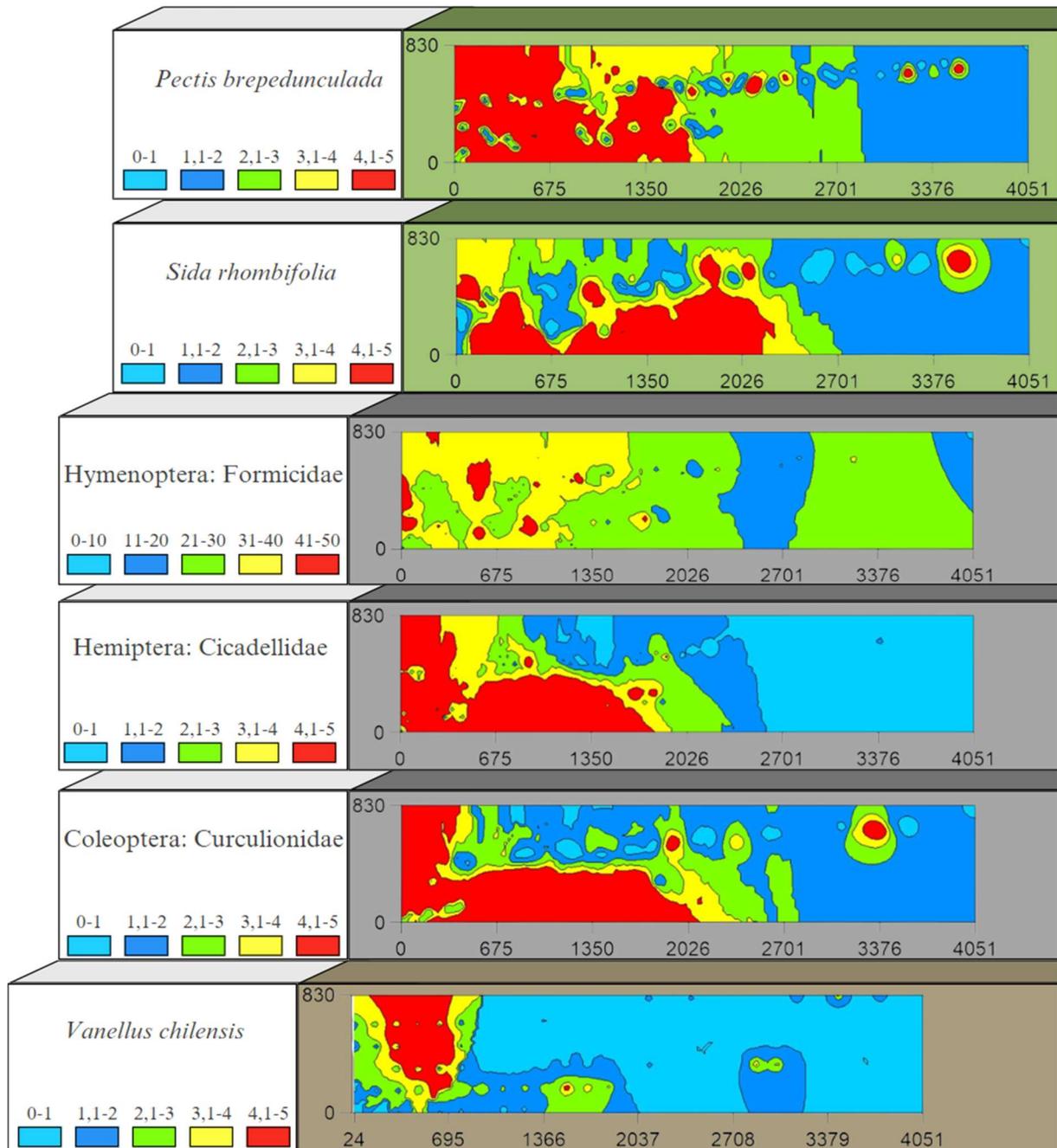


Figura 11. Mapas da distribuição espacial dos organismos para a pista 1 e período chuvoso considerando o quero-quero, *Vanellus chilensis* (Charadriiformes: Charadriidae) amostrado através de análise visual, das famílias de insetos amostradas através de armadilhas *pitfall* e das plantas infestantes amostradas.

Na pista 2 e período chuvoso, a densidade do quero-quero também foi maior em relação à mesma pista no período da seca. Na maioria das datas amostradas as concentrações da ave ocorreram na cabeceira leste da pista, especialmente na região entre as pistas de

decolagem e taxiamento e ao norte da pista de decolagem. Uma segunda região de concentração foi verificada nos gramados ao lado *pier* norte do terminal, também entre as pistas de decolagem e taxiamento. A região em frente à base aérea manteve baixa incidência da ave. As famílias de insetos mais coincidentes com a ocorrência do quero-quero foram Curculionidae, que obteve maiores concentrações na região leste e norte do mapa e Acrididae, que se concentrou entre a região central e a cabeceira oeste. As plantas *S. rhombifolia* e *C. rotundifolia* foram as que apresentaram maior sobreposição de ocorrência com a distribuição desses insetos. (Figura 12).

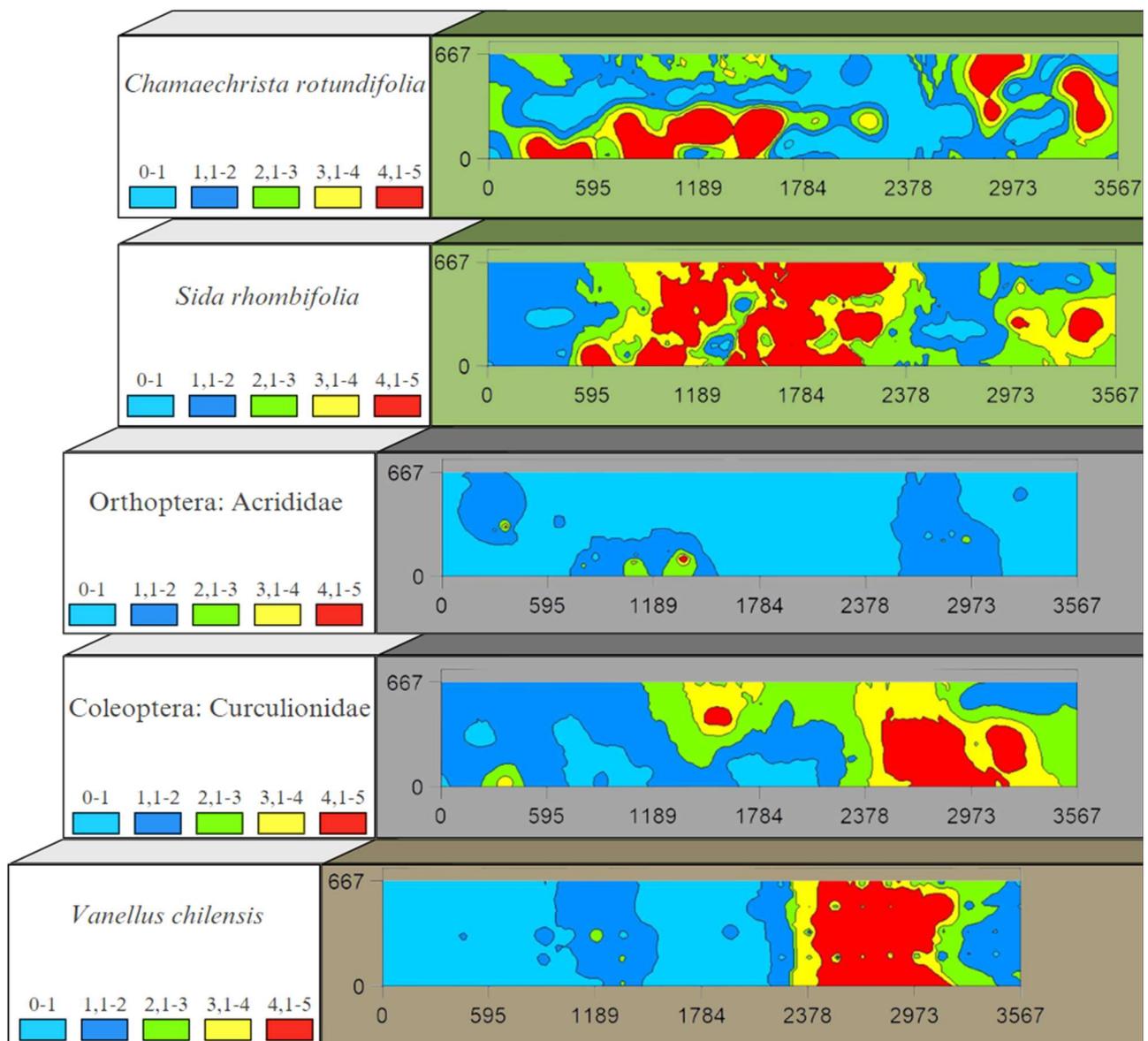


Figura 12. Mapas da distribuição espacial dos organismos para a pista 2 e período chuvoso, considerando o quero-quero, *Vanellus chilensis* (Charadriiformes: Charadriidae) amostrado

através de análise visual, das famílias de insetos amostradas através de armadilhas *pitfall* e das plantas infestantes amostradas.

6. DISCUSSÃO

A variação de temperatura não é uma característica significativa entre as estações no cerrado, sendo que a principal alteração se relaciona com a precipitação, formando um período marcadamente chuvoso e outro seco (HOFMANN *et al.*, 2021; WOLDA, 1988). Foi verificado um efeito marcante desta variação na riqueza e abundância das espécies de plantas e insetos na área de estudo. O aumento da umidade cria condições ótimas que determinam os ciclos de crescimento e estabelecimento das plantas associado ao período chuvoso, com os maiores níveis de produtividade primária (SILVA *et al.*, 2011; BIUDES, 2021). Considerando que a sazonalidade irá afetar aspectos do ambiente, como a disponibilidade de recursos alimentares e água, aumenta a complexidade das redes de interação entre organismos, o que justifica a maior abundância de organismos bióticos no período chuvoso (WOLDA, 1978; ARANDA *et al.*, 2021; CIANCIARUZO *et al.*, 2009).

A riqueza e diversidade das plantas, também, aumentaram no período chuvoso, o que foi acompanhado pela riqueza e diversidade dos insetos (efeito *bottom-up* produtor-consumidor). Isso está em acordo com as proposições de Polis *et al.* (2000) e Oksanen *et al.* (1981), em que a dinâmica, diversidade e complexidade das comunidades biológicas são dependentes do gradiente de produtividade dos habitats, inclusive possibilitando o estabelecimento de maior quantidade de níveis tróficos.

O presente trabalho buscou estabelecer a natureza da relação entre a população de plantas infestantes, insetos e aves, e qualificar uma possível cadeia trófica. Isso requer verificar se as plantas são realmente atrativas para os insetos e, por sua vez, se os insetos são atrativos para a ave. *Eragrostis pilosa* (Poaceae) foi a planta infestante mais abundante ao longo do estudo. As plantas do gênero *Eragrostis*, são atrativas a algumas famílias polípagas, tais como: Acrididae e Tettigonidae (ANDERSEN *et al.*, 2019). *Eragrostis tef* é uma cultura cerealífera, relevante no nordeste africano e, dentre as pragas mais relevantes dessa espécie, estão Chrysomelidae (Coleoptera), Coccinellidae (Coleoptera), Noctuidae (Lepidoptera) e Anthomyiidae (Diptera). Em Israel, esta mesma planta é descrita como atrativa às Cicadoidea, Pentatomoidea e Aphididae (GYAN *et al.*, 2020). Adicionalmente, no Brasil, a planta *E. pilosa* é considerada uma planta daninha cosmopolita, que se desenvolve bem em áreas abertas e solos secos, sendo comum em pastos e lavouras (PASTORE *et al.*, 2012; BOECHAT; LONGHI-

WAGNER. 2000). Isso faz com que o gramado do aeroporto seja um ambiente propício para sua colonização.

Andropogon sp. (Poaceae) foi a segunda gramínea infestante mais importante nas áreas amostradas do aeroporto. Trata-se de uma planta forrageira de origem africana, que nos últimos anos vem desenvolvendo comportamento invasor em ambientes naturais (MUSSO *et al.*, 2019; SAMPAIO; SCHMIDT, 2013). Para *Andropogon* existem relatos de ocorrência de várias pragas típicas de pastagens, tais como espécies de cigarrinha-das-pastagens (Hemiptera: Cercopidae), formigas cortadeiras *Atta* e *Acromyrmex* (Hymenoptera: Formicidae), e lagartas: *Elasmopalpus lignosellus* (Lepidoptera: Pyralidae), *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) e *Mocis latipes* (Lepidoptera: Erebidae) (CARVALHO *et al.*, 2021; LENNÉ; CALDERON, 1990)

O gênero *Zornia* (Fabaceae: Faboideae) possui aproximadamente uma centena de espécies distribuídas em quase todos os ambientes tropicais. Na América Latina, existem relatos de 33 espécies nativas de *Zornia*. Esta leguminosa tem baixa produção de biomassa e sementes, ocorre no cerrado, campos rupestres, bordas de florestas e areais e pode apresentar-se como invasoras em áreas de cultivo (SCIAMARELLI E TOZZI, 1996; CAJÉ *et al.*, 2020). Essa planta foi a segunda mais abundante em todo o período do estudo, com alta frequência no período chuvoso. A baixa produtividade dessa espécie no período seco, também, foi registrada por Dias-Filho e Serrão (1984) enquanto avaliavam a aptidão de forragens para a região Norte. Essas plantas possuem associação com a ocorrência de lepidópteros e pequenos himenópteros (CAJÉ *et al.*, 2020). Além disso, já foi verificada a predominância de danos por insetos mastigadores das ordens Orthoptera, Coleoptera e Lepidoptera, em *Z. grandiflora* (ANDRADE *et al.*, 2020). Para além das relações de herbivoria, abelhas (Hymenoptera: Apoidea) foram apontadas como visitantes florais em *Z. linearifoliolata* (PINHEIRO *et al.*, 2008).

Uma das principais plantas do período chuvoso foi *Pectis brevipedunculata* (Asteraceae), uma espécie de porte pequeno rica em óleo essencial e presente em ambientes xerófitos com solos rochosos e arenosos (OLIVEIRA, 2011). A informação com relação à associação dessa espécie com insetos é escassa, mas o gênero já foi citado como hospedeiro alternativo de inverno para *Neoliturus tenellus* (Hemiptera: Cicadellidae), a cigarrinha-da-beterraba (COOK, 1967; ROMNEY, 1943). A espécie em questão pertence a tribo botânica Tageteae, que se caracteriza por serem ervas e arbustos que normalmente possuem glândulas oleíferas (CARNEIRO; RITTER, 2018). A emissão de compostos como α -pineno e limoneno, presentes em *P. brevipedunculata*, são capazes de atrair polinizadores, parasitoides e predadores (CAMARA *et al.*, 2023). Em manejo de pragas, *Tagetes erecta* L., pertencente a mesma tribo,

e rica em óleos essenciais e tem sido estudada pela atração e manutenção de populações de presas alternativas para insetos entomófagos, como *Orius* sp. (Hemiptera: Anthocoridae) (SILVEIRA *et al.*, 2009).

Outra espécie abundante no estudo é a *Chamaecrista rotundifolia* (Fabaceae: Caesalpinioideae), uma espécie forrageira que é utilizada para adubação verde e controle de plantas invasoras; suporta solos de baixa fertilidade, ocorre em ambientes de campo rupestre e cerrado e em lugares perturbados e é relativamente tolerante a doenças e pragas (CRUZ;DIAS-FILHO, 2022; ZEFERINO *et al.*, 2019). Em plantios de chá, essa planta, quando usada em cobertura, foi capaz de promover maior a abundância e riqueza de Coleópteros, hemípteros sugadores Sternorrhyncha e Pentatomidae, e predadores Formicidae e Araneidae (CHEN *et al.*, 2019, 2021). Na região nordeste, insetos das ordens Orthoptera, Coleoptera e Lepidoptera representam a maior parte de danos por herbivoria para essa espécie (ANDRADE *et al.*, 2020). No bioma Caatinga, a abundância de larvas foi relacionada à maior predominância de *C. rotundifolia* em plantios de sisal (BRITO *et al.*, 2021). Para o gênero *Chamaechrista* já foram constatadas relações mutualísticas com formigas, normalmente associadas a presença de néctar extrafloral (RUTTER, RAUSHER, 2004; NASCIMENTO, DEL-CLARO, 2010)

Uma espécie que foi bastante relevante em ambos períodos foi *Sida rhombifolia* (Malvaceae). Essa planta é considerada infestante, tolerante a solos pouco férteis, comum em áreas alteradas podendo formar altos níveis de infestações em ambientes abertos, com pouca cobertura como pastos e áreas desocupadas (BRAGA *et al.*, 2012). O besouro *Calligrapha pantherina* (Coleoptera: Chrysomelidae) foi utilizado como agente de controle biológico dessa espécie por causar desfolha em *Sida*, na Austrália e na Papua-Nova Guiné (KUNIATA; KOROWI, 2003). Existem indícios de significativa predação de sementes de *S. rhombifolia* por espécies de Formicidae e Carabidae (RODRIGUEZ;GARCIA, 2009). *S. rhombifolia* também é reconhecida como hospedeira das cigarrinhas-dos-citros (Hemiptera: Cicadellidae) no estado do Sergipe (CARVALHO *et al.*, 2005). Há preferência de outras espécies de Cicadellidae por essa planta tendo em vista o fornecimento de abrigo e alimento especialmente em períodos secos (MARQUES *et al.*, 2012;). Espécies de *Sida* são também listadas como hospedeiras das larvas de *Eutinobothrus* (Coleoptera: Curculionidae) e *Hypothenemus* (Coleoptera: Curculionidae) (COSTA LIMA, 1956; WOOD, 1982).

Uma planta infestante que é bastante prevalente nas áreas do aeroporto é *Urochloa* spp. Essa é uma gramínea C4 de origem africana com alta produção e tolerância ao período de seca e facilidade de colonizar ambientes perturbados frequentemente atacadas por insetos, principalmente cigarrinhas (BOLDRINI *et al.*, 2005). Apesar de presente, as maiores

concentrações dessa planta estavam nas margens dos gramados e pavimentos, que não foram amostrados. Além disso, a equipe do aeroporto realiza periodicamente ações de erradicação com herbicidas direcionadas para essa planta, o que provavelmente resultou na baixa incidência constatada nas amostragens.

É importante considerar que além das plantas infestantes avaliadas, os próprios gramados de cobertura das áreas verdes podem ser atrativos para alguns insetos. A grama batatais (*P. notatum*), que predomina em quase toda a área de estudo, agrega várias características desejáveis para uma cobertura urbana como ser relativamente livre do ataque de pragas, resistência a pastejo e adaptação a solos pobres e com pouco manejo (BLOUNT, ACUÑA, 2009). Em relação às pragas que ocorrem associadas, os principais problemas se relacionam às paquinhas *Scapteriscus* (Orthoptera: Grillotalpidae) e à lagarta *S. frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) (BLOUNT; ACUÑA, 2009). Porém, outras espécies de insetos já foram encontradas associadas, incluindo as cigarrinhas *Deois* (Hemiptera: Cercopidae), formigas cortadeiras *Atta* e *Acromirmex* (Hymenoptera: Formicidae) e cupins (Blattodea: Termitoideae), bem como algumas espécies de Cicadellidae e Miridae (Hemiptera) e Fulgoromorpha (Hemiptera) (SARUBBI; RAMIREZ, 2020; LYNCH; BURTON, 1994). Em plantios de chá na China foi verificada maior biomassa e riqueza de coleópteros, quando esse gramado era usado como cobertura ao invés da cobertura herbácea natural da área (CHEN *et al.*, 2021).

O segundo gramado de cobertura usado no aeroporto é a grama esmeralda (*Zoysia* sp.; Poaceae). Essa grama predomina na região norte da pista 2, é uma cobertura originária do Japão e utilizada em gramados esportivos e paisagismo e que possui folhas estreitas, pequenas e densas o que lhe confere ótimo aspecto visual (LORENZI; SOUZA, 2001). O gênero é suscetível a várias pragas de gramíneas tropicais tais como *Spodoptera* (Lepidoptera: Noctuidae) e *Herpetogramma* (Lepidoptera: Crambidae), e o besouro *Sphenophorus* (Coleoptera: Curculionidae) (PATTON *et al.*, 2017). A grama esmeralda é capaz de fornecer abrigo adequado para insetos predadores como Berytidae (Hemiptera), *Geocoris* (Hemiptera: Geocoridae) e Formicidae (Hymenoptera), apresentando maiores abundâncias de percevejos predadores do que a grama bermudas (*Cynodon dactylon*; Poaceae) em gramados domésticos nos Estados Unidos (JOSEPH; BRAMAN, 2009, BRAMAN *et al.*, 2002).

Desta forma, é possível constatar que as principais plantas infestantes e os próprios gramados do aeroporto são capazes de atrair insetos. Essas plantas promovem efeitos que incluem atração, repelência e maior ou menor aptidão em fornecer os requerimentos da

entomofauna prevalente e, desta forma, estruturam as dinâmicas estabelecidas entre insetos fitófagos, predadores e parasitoides (MELLO; SILVA-FILHO, 2002)

Os grupos de insetos que mais se relacionaram com a distribuição das aves no estudo foram os coleópteros adultos e imaturos (Curculionidae e larvas elateriformes), Formicidae (Hymenoptera), Cicadellidae (Hemiptera) e Acrididae (Orthoptera). Scolytinae (Coleoptera: Curculionidae), representou quase a totalidade dos curculionídeos capturados no presente trabalho. Essa subfamília é representada por insetos pequenos, escuros e de rostró reduzido (CASARI *et al.*, 2024). Muitos adultos são xilófagos, mas conseguem se desenvolver em qualquer parte da planta, como galhos, pecíolos de folhas, brotos de capim, sementes e frutos (KIRKENDALL *et al.*, 2015).

As larvas elateriformes podem pertencer a diversas famílias de coleópteros, sendo as mais comuns Elateridae e Tenebrionidae (CASARI *et al.*, 2024). Essa última foi bastante abundante como adultos. Trata-se de uma família muito diversa, mas primariamente detritívora. Contudo, algumas larvas podem se alimentar de raízes (CASARI *et al.*, 2024).

Cicadellidae (Hemiptera) é composta por muitas espécies polífagas e cosmopolitas, sendo encontradas em culturas agrícolas, capins, gramados, arbustos e árvores. Ninfas e adultos se alimentam da seiva do xilema e floema e realizam postura endofítica (GRAZIA *et al.*, 2024; BALDIN; FUJIHARA, 2016)

Acrididae é a família de Orthoptera mais diversa no Brasil, presentes no cerrado e campos. Espécimes desta família tendem a ocorrer em grande abundância em ambientes de campos secos, onde não há cultivos (SOUZA-DIAS *et al.*, 2024; CAPINERA, 2001). As ninfas e adultos dessa família apresentam aparelho bucal mastigador e muitas espécies são seletivas em relação as plantas que consomem (MORSELLI *et al.*, 2016). O hábito alimentar das espécies pode variar entre monófago, oligófago ou polífago. As diferenças filogenéticas determinam as especificidades no hábito alimentar e, nesse sentido, Gomphocerinae alimentam especialmente de gramíneas, enquanto Melanoplinae predominantemente de dicotiledôneas e Oedipodinae não demonstra uma preferência alimentar clara e determinada (JOERN, 1979).

Formicidae foi a família mais abundantes do trabalho, representando 60% de todos os insetos coletados. A dominância desse grupo também foi constatada em vários aeroportos do Brasil (FERREIRA *et al.*, 2015). Os hábitos alimentares das formigas são diversificados e incluem interações diversificadas com plantas, como local para busca de presa e nidificação ou para forrageamento, podendo estabelecer relações mutualísticas específicas por estruturas como elaiossomos, néctar extrafloral e domácias (MELO; MOLIN,2024; NELSEN *et al.*, 2018).

Artrópodes de solo são a principal fonte alimentar do quero-quero, porém crustáceos, moluscos e pequenos peixes também podem ser consumidos (SANTOS, 2010). Gantz *et al.* (2009) avaliaram os conteúdos estomacais do quero-quero e compararam com amostragens de insetos de solo no sul do Chile e constataram que Curculionidae, Carabidae e larvas de Elateridae foram consumidos em proporção maior que se esperava considerando a abundância relativa dos insetos. Faria *et al.* (2018) estudaram a dieta do quero-quero na Lagoa do Patos, Rio Grande do Sul, a partir do conteúdo fecal dos pássaros e constataram que a espécie possuía hábito generalista, sendo que espécies de insetos pertencentes à Formicidae e Coleoptera foram as mais consumidas. Esses autores, também, observaram a maior preferência por coleópteros em relação à abundância local das ordens de artrópodes. Reyes e Parra (2004) tentaram descrever aspectos da vida do quero-quero no aeroporto de Rio Negro, Colômbia. A partir do conteúdo estomacal constataram que mais de 98% do material consumido eram insetos, havendo predominância de Formicidae, Coleoptera e Hemiptera como presas da ave. Caballero-Sadi *et al.* (2007), também, investigaram conteúdo estomacal dessa ave, em relação a diversidade de presas no Aeroporto de Carrasco, Uruguai. Cerca de 70% das presas resgatadas foram insetos, sendo Formicidae e Coleoptera os mais abundantes. Os demais foram principalmente Isopodos (Crustáceos). Esses mesmos autores constataram variação significativa na preferência de presas entre estações climáticas. O quero-quero mostrou preferência por alguns grupos escolhidos entre os mais abundantes em cada estação, o que reforça a hipótese que a abundância relativa dos insetos é um aspecto da seleção de presas para essa ave por resultar em menor custo de busca e captura (GANTZ *et al.*, 2009).

Assim, as iniciativas para mitigação dos acidentes com a ave mais abundante no aeroporto de Brasília, isto é, o quero-quero, devem focar na redução dos artrópodes de solo mais abundantes tais como formigas e coleópteros e das plantas que sirvam como suporte à ocorrência desses insetos.

Merece destaque o fato de que no caso do quero-quero, diferentemente dos insetos, não houve aumento em sua incidência entre estações climáticas, tendo em vista que não foi percebida diferença expressiva de abundância entre períodos avaliados. Essa ave forma bandos de alguns a centenas de indivíduos durante o ano, porém na época reprodutiva se agrega em unidades sociais de 2 a 4 indivíduos para o acasalamento, incubação ovos e cuidado de filhotes. A espécie é capaz de habitar diversos ambientes, ocorrendo normalmente em campos úmidos e secos, antropizados e áreas urbanas, evitando, contudo, áreas de floresta (SANTOS, 2010, MARUYAMA *et al.*, 2010).

Delfino e Carlos (2021) avaliaram a seleção de habitats pelo quero-quero, e perceberam que a ave tem preferência por ambientes com de vegetação baixa e alterados pelo homem. A área de ocorrência da espécie aparentemente vem acompanhando a expansão das fronteiras agrícolas, indicando o fortalecimento das relações sinantrópicas. Além disso, os autores perceberam que a alteração nos padrões de uso de ambientes entre o período não reprodutivo (Abril) e reprodutivo (Julho) resultava principalmente da não preferência do animal por locais que fossem impróprios para nidificação, tais como áreas alagadas ou arriscadas que continham com a presença de animais de grande porte. Como o ambiente do aeroporto de Brasília é isento desses riscos, a área pode ser ocupada de maneira mais estável. Scherer e Petry (2012) ao descreverem as dinâmicas populacionais de aves costeiras no Rio Grande do Sul, também verificaram uma população estável do quero-quero ao longo do ano.

A territorialidade é uma característica marcante do quero-quero, mas esse comportamento está aparentemente relacionado com a proteção parental, sendo menos intensa em épocas não reprodutivas (FRIEDRICH, 2013; COSTA, 2002). Saracura (2003) relata que na região do Brasil central à época reprodutiva está intrinsecamente relacionada com a época chuvosa, ocorrendo entre agosto e dezembro. Esse período, porém, abrange apenas as datas amostradas no período de seca do presente estudo. Assim, é possível que variações populacionais do início da época das chuvas não tenham sido observadas visto que essa fase não foi monitorada.

O comportamento do quero-quero pode ser um fator determinante na variação de sua abundância. Delfino e Carlos (2020) ao quantificar a gestão do tempo do animal, perceberam que ele empreende a maior parte do seu tempo em comportamentos de manutenção (higienização, descanso, etc.), locomoção e alimentação, em contraposição a apenas 20 a 30% do tempo total gasto na busca por alimento. Maruyama *et al.* (2010) estudaram como o comportamento dessa ave varia com o tamanho do bando e com o período do dia, e observaram que havia predominância de grupos menores no período da manhã e grupos maiores no período da tarde. Além disso, observaram que o forrageamento ocupava apenas 12,8% do tempo de observação, concentrados no início do dia, e que o comportamento predominante de vigilância também foi mais acentuado no início do dia. Isso pode indicar que o conjunto de outros fatores do habitat que incluem conforto térmico, proximidade de remanescentes de vegetação, altura do gramado e sensação de segurança podem exercer influência marcante na permanência da ave ao longo das estações.

Tendo em vista que houve distribuição diferencial do quero-quero entre as pistas avaliadas, com maior abundância na pista 1; essas diferenças podem ser atribuídas a fatores

diversos que incluem não somente a presença da dieta (insetos), como também o tamanho da área gramada circundante, as ocupações do entorno e a época de construção das pistas.

Nesse sentido, a pista 1 se caracteriza por possuir gramados mais contínuos e de maior extensão, tanto em largura quanto em comprimento, resultando em uma área total de cerca de 183,2 hectares. Por ser a pista mais nova, é conseqüentemente menos antropizada. Pelo menos 82% do perímetro está adjacente à vegetação remanescente de cerrado em diferentes estados de conservação sendo o restante ocupado por estruturas do próprio terminal. Em contraste, a pista 2 possui faixas de gramados mais estreitos e ligeiramente mais curtos, resultando em uma área total de 109,7 hectares de gramado. Os arredores da pista 2 possuem as instalações do terminal, a base aérea e um setor de prédios e instituições militares e hangares para aviação civil, sendo cerca de 54% do perímetro composto por vegetação remanescente. Assim, a menor disponibilidade de área na pista 2, pode explicar a menor ocorrência do quero-quero nessa pista.

Nesse aspecto, as relações espécies/área são um campo relevante da ecologia e a maior abundância verificada em áreas maiores já foram teorizadas em hipótese de área *per se* e através da hipótese de amostragem passiva (CONNOR *et al.*, 2013). Marcolin *et al.* (2021) perceberam maior abundância de aves nativas em ambientes de campos fragmentados por plantios florestais e agrícolas, quando os fragmentos foram maiores e melhor conectados entre si. Semelhantemente, Connor *et al.* (2000) encontraram boa correlação para as aves na relação entre densidade populacional e área. Ademais, espécies de aves que se restringem a ambientes abertos, como o quero-quero, são mais fortemente impactadas pela redução da área dos habitats do que as espécies que conseguem colonizar áreas abertas e hábito florestal (CAPLAT; FONDERFLICK, 2009).

A análise da distribuição espacial é um recurso importante para aperfeiçoar técnicas de amostragem e monitoramento e na formulação de planos de manejo de pragas (HE *et al.*, 2023). Os modelos de semivariogramas gerados mostraram que para todos os organismos, em alguma situação, existiram pequenos efeitos pepita em relação ao patamar de semivariância, revelando a dependência espacial e a tendência de agregação de indivíduos. Vários trabalhos que investigaram a distribuição de insetos, especialmente pragas, notaram distribuição agregada (RIBEIRO *et al.*, 2020; ALVES *et al.*, 2011, GIREESH *et al.*, 2021, HE *et al.*, 2023).

O semivariograma traz uma informação muito relevante no valor do alcance (range). Esse valor, diz respeito à máxima distância de dependência espacial, indicando que observações localizadas a distâncias superiores a esse valor não são correlacionadas no espaço. (WEBSTER; OLIVER, 2007). No manejo de pragas o valor do alcance encontra aplicação na definição de planos de amostragem, sendo a distância mínima a ser adotada entre amostras para

que metodologias de amostragem clássicas não sejam prejudicadas pela distribuição espacial autocorrelacionada do organismo (ROSADO et al., 2015).

Nesse trabalho é possível verificar grande variação no valor do alcance entre pistas e estações sem formar clara tendência. A título de exemplo, toma-se Formicidae e Cicadellidae, as duas famílias de insetos que foram prevalentes em ambos os períodos avaliados. Para Formicidae os alcances variaram entre 93 e 1.188 m e para Cicadellidae entre 177 m e 1.467 m. No entanto esses valores são resultados de uma única data de amostragem. A caracterização abrangente do aspecto espacial da vida desses organismos dependerá de amostragem robusta ao longo do tempo, que fornecerá parâmetros geoestatísticos úteis para o monitoramento e manejo da forma mais eficiente. Os padrões de distribuição dos organismos atrativos para as aves foram diferentes entre as pistas. No caso da pista 1, houve maior abundância na região da cabeceira oeste e no quadrante sudoeste e não foi possível observar agregações em gramados localizados na posição central norte e leste norte. Em relação à pista 2, as principais concentrações se dão ao norte da pista de pouso e decolagem, especialmente na porção leste, com eventuais concentrações entre as pistas de decolagem e taxiamento, no gramado ao lado do *pier* norte do terminal. O enfoque de esforços de monitoramento e manejo nessas zonas de maior incidência de insetos e plantas infestantes, especialmente no período chuvoso, pode aumentar a eficiência no manejo da ave e mitigação de acidentes, além de reduzir os custos e impactos ambientais da adoção de tais medidas em área total (DUARTE et al., 2015)

Esse trabalho contribui na identificação de zonas onde são encontrada maior densidade de organismos atrativos, porém seria recomendável que pesquisas futuras busquem investigar os fatores do habitat que podem determinar esses padrões como topografia, umidade e fertilidade do solo. Além disso, a análise de conteúdos estomacais de aves de risco no Aeroporto de Brasília de risco pode direcionar melhor o controle de insetos para aqueles que são de fato os mais consumidos.

Baseado nos resultados da sobreposição dos mapas de ocorrência do quero-quero, insetos predominantes e plantas cultivadas e infestantes a melhor abordagem para mitigação do risco de acidentes aéreos com as aves deve considerar o manejo dos atrativos. Nesse sentido, a abordagem mais adequada é aquela que considera o manejo global dessas espécies conhecida como *area wide management*. Essa abordagem já foi considerada conflitante com as premissas adotadas pelo Manejo Integrado de Pragas (MIP), todavia, atualmente elas são consideradas convergentes (HENDRICHS et al., 2015).

Normalmente o MIP é executado em escala local, campo a campo, e não requer a necessidade de coordenação entre diferentes proprietários, no entanto insetos são altamente

móveis, eles podem migrar de uma área para outra em busca de refúgios e recolonizar campos tratados a partir de populações estáveis nos arredores. O manejo de forma global da área objetiva uma supressão generalizada da população de uma praga pela atuação em todas as áreas onde a praga consegue se reproduzir. Nessa situação até métodos menos agressivos de supressão são capazes de produzir bons resultados por reduzir o efeito de migrações e recolonizações e, portanto, adota um caráter mais preventivo (HENDRICHS *et al.*, 2007).

O MIP em área global (AW-IPM) se aperfeiçoa em relação ao MIP por incorporar os conceitos de manejo integrado, combinando estratégias e táticas de controle comprovadamente eficazes em reduzir a densidade de pragas, restringindo o controle químico a critérios técnicos justificados, e por ampliar a dimensão à qual esses princípios são aplicados (HENDRICHS *et al.*, 2007). Desta forma, a abordagem é ampliada à propriedade ou região, em contraposição ao talhão comumente empregado, e compreende a análise de todos os integrantes do sistema ou dos diferentes níveis tróficos. A seleção dessas estratégias deve se basear em avaliações de viabilidade, dinâmicas de migração e dispersão e nas relações ecológicas estabelecidas os entre organismos (HENDRICHS *et al.*, 2007).

Dois dos princípios essenciais do MIP são a prevenção e supressão, que tratam da construção de condições menos favoráveis à dominância de espécies indesejadas mediante a redução da sua incidência (BARZMAN *et al.*, 2015). O manejo integrado foca em suprimir pragas combinando diferentes táticas de controle tais como controle biológico, manipulação de habitat, práticas culturais e controle químico. Tal combinação de táticas de controle são mais eficazes e sustentáveis e reduzem a dependência de agrotóxicos (BARZMAN *et al.*, 2015; TORRES, BUENO; 2018).

Na situação do aeroporto de Brasília, o manejo em área global implica em confrontar os múltiplos organismos de forma integrada buscando exercer controle sobre toda área de influência do aeroporto. Considerando que várias espécies vegetais atraem artrópodes, que podem fazer parte da dieta das aves de risco para a aviação, o enfoque em práticas culturais, ciclos fenológicos da vegetação e história de vida desses animais podem proporcionar bons resultados (HENDRICHS *et al.*, 2007). Assim, a maior produtividade primária e densidade de artrópodes verificada no período das chuvas tornam essa época prioritária para o planejamento de ações e de modo semelhante, também devem receber maior atenção as zonas onde foram verificadas as manchas de agregação de plantas e artrópodes ao longo do ano. É importante considerar que independente das condições, recursos e técnicas disponíveis ou aplicáveis, o ambiente não pode ser mantido livre de pragas, sendo que o desejável é atingir um nível populacional aceitável para os fins propostos que tornem as áreas menos atrativas para as aves.

A condição especial do aeroporto, inserida no meio urbano e densamente ocupado por pessoas, dificulta a adoção de ações de manejo que são comuns ao meio rural como a aplicação de inseticidas e herbicidas. Muitas iniciativas de manejo em área global falham devido a alienação e falta de apoio dos residentes diretamente afetados (DICK et al., 2005; BRENNER et al., 2015). Portanto, deve-se evitar o uso de produtos químicos não seletivos, bem como métodos de aplicação que sejam propícios à deriva.

Estratégias de manejo integrado são recomendáveis para o ambiente de aeroporto incluindo o controle cultural através da drenagem e manutenção da altura da cobertura vegetal e a ampla divulgação e informação das ações de manejo aos gestores e usuários das áreas circundantes. Adicionalmente, deve ser dada prioridade para o controle biológico na supressão das populações dos organismos atrativos às aves e para o combate dos surtos populacionais, quando tecnicamente indicado, através do uso de pesticidas seletivos e de baixo grau de risco para os principais grupos de interesse (BUCKLEY, MCCARTHY, 1994; FELDMANN, VOGLER, 2020).

7. CONCLUSÕES

O presente trabalho buscou realizar um levantamento e modelagem da distribuição espacial e temporal da comunidade de artrópodes de solo, da flora infestante e da principal ave de risco para aviação em gramados do Aeroporto de Brasília, com objetivo de subsidiar medidas de manejo de atrativos de fauna no ambiente aeroportuário. Foi possível verificar um efeito marcante do período das chuvas no aumento da riqueza e abundância de plantas e insetos. O quero-quero, *Vanellus chilensis*, se mostrou a ave mais abundante e relevante para riscos de colisões. A ave manteve suas populações relativamente estáveis entre os períodos avaliados. Isto indica que a espécie de ave é residente no ambiente alterado do aeroporto, apresentando clara preferência pela pista 1, construída mais recentemente e, também, possuidora de uma maior área de gramados.

O uso de técnicas de geoestatística permitiu avaliar a distribuição espacial do quero-quero e das plantas e insetos mais frequentes e constatar que a maior parte desses organismos se distribui de forma agregada. Percebeu-se que a frequência da ave se sobrepõe aos grupos mais frequentes de insetos como Formicidae, algumas famílias de Coleoptera, Hemiptera e Orthoptera, em várias datas avaliadas. No caso das plantas infestantes, as espécies mais abundantes tais como *Sida rhombifolia*, *Eragrostis pilosa*, *Chamaechrista rotundifolia*,

Pectis brevipedunculada e *Andropogon* spp. obtiveram distribuições parecidas com as dos insetos mais relevantes. A comparação dos mapas de distribuição de interpolação possibilitou visualizar zonas nas pistas onde existe maior incidência desses atrativos que devem ser priorizados nas ações de monitoramento e manejo.

A implementação de medidas com o objetivo de reduzir a dominância de insetos e plantas atrativas deve se basear no manejo global da área e dos organismos presentes. Tal abordagem passa pela concentração de esforços no início das chuvas e nas zonas nos gramados das pistas que apresentaram maior concentração dos organismos. Ressalta-se ainda que os controles culturais e biológicos devem ser priorizados, assim como o controle químico deve ser baseado na adoção de critérios técnicos para seleção dos produtos que sejam preferencialmente seletivos e de baixo risco, tendo em vista a condição urbana do Aeroporto Internacional de Brasília.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLAN, J.R.; OROSZ, A.P. The costs of birdstrikes to commercial aviation. *In: Proceedings of the 2001 Bird Strike Committee-USA/Canada, 3^a Joint Annual Meeting, Calgary, Canada,*; p. 218 – 226, ago. 2001.

ALQUEZAR, R. D.; TOLESANO-PASCOLI, G.; GIL, D.; MACEDO, R. H. Avian biotic homogenization driven by airport-affected environments. **Urban Ecosystems**, v. 23, n. 3, p. 507-517, feb. 2020.

ALVES, M. C. D.; DA SILVA, F. M.; MORAES, J. C.; POZZA, E. A. *et al.* Geostatistical analysis of the spatial variation of the berry borer and leaf miner in a coffee agroecosystem. **Precision Agriculture**, v. 12, n. 1, p. 18-31, feb. 2011.

ANDERSEN, E.; CAMBRELIN, M.; STEIDL, R. Responses of grassland arthropods to an invasion by nonnative grasses. **Biological Invasions**, v 21, jan. 2019.

ANDRADE, J. F.; ALVARADO, F.; CARLOS SANTOS, J.; SANTOS, B. A. Rainfall reduction increases insect herbivory in tropical herb communities. **Journal of Vegetation Science**, v. 31, n. 3, p. 487-496, feb. 2020.

ARANDA, R.; PEIL, A.; REBELLO, N.; BORDIN, R. O. *et al.* Abundance and seasonality of insects in urban fragments of the Brazilian Cerrado. **EntomoBrasilis**, v 14, p. e933-e933, abr. 2021.

BALDIN, E.; FUJIHARA, R T.. Ordem Hemiptera. *In: FUJIHARA, R. T.; FORTI, L.C.; ALMEIDA, M.C.; BALDIN, E. L. L. Insetos de Importância Econômica: Guia Ilustrado para Identificação de Famílias.*, Botucatu: Editora FEPAF, 2016, cap. 7, p 133-171.

BARRAS, S. C.; SEAMANS, T. W., 2002, Habitat management approaches for reducing wildlife use of airfields. **United States Department of Agriculture Wildlife Services: Staff Publications**, fev. 2002

BARZMAN, M.; BÀRBERI, P.; BIRCH, A. N. E.; BOONEKAMP, P. *et al.* Eight principles of integrated pest management. **Agronomy for Sustainable Development**, v 35, p. 1199-1215, jul. 2015.

BIUDES, M. S.; VOURLITIS, G. L.; VELASQUE, M. C. S.; MACHADO, N. G. *et al.* Gross primary productivity of Brazilian Savanna (Cerrado) estimated by different remote sensing-based models. **Agricultural and Forest Meteorology**, v 307, artigo 108456, set. 2021.

BLACKWELL, B.; SEAMANS, T.; SCHMIDT, P.; DEVAULT, T. *et al.* A framework for managing airport grasslands and birds amidst conflicting priorities. **International Journal of Avian Science**, v. 155, p. 199-203, jan. 2013.

- BLOUNT, A.; ACUÑA, C. Bahiagrass. In: SINGH, R. J. (ed). **Genetic Resources, Chromosome Engineering, and Crop Improvement**, Boca Raton: Editora CRC press, 2009. cap. 4, p. 81-101.
- BOECHAT, S. D. C.; LONGHI-WAGNER, H. M. Padrões de distribuição geográfica dos táxons brasileiros de *Eragrostis* (Poaceae, Chloridoideae). **Brazilian Journal of Botany**, v. 23, p. 177-194, jun. 2000.
- BOLDRINI, I. I.; LONGHI-WAGNER, H. M.; BOECHAT, S. C. Morfologia e taxonomia de gramíneas sul-rio-grandenses. 2ª ed.. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2005, 80 p.
- BRAGA, R. R.; CURY, J. P.; SANTOS, J. B. D.; BYRRO, E. C. M. *et al.* Ocorrência de plantas daninhas no sistema lavoura-pecuária em função de sistemas de cultivo e corretivo de acidez. **Revista Ceres**, v 59, p. 646-653, out. 2012.
- BRAMAN, S.; PENDLEY, A.; CORLEY, W. Influence of commercially available wildflower mixes on beneficial arthropod abundance and predation in turfgrass. **Environmental Entomology**, v 31, n. 3, p. 564-572, 2002.
- BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil - **Procedimentos básicos de gerenciamento do risco da fauna** - Portaria nº 11.071/SIA, de 18 de abril de 2023. ANAC. 2023.
- BRENNER, B.; MARKOWITZ, S.; RIVERA, M. *et al.* Integrated Pest Management in an Urban Community: A Successful Partnership for Prevention. **Environmental Health Perspectives**. v. 111. p. 1649 – 1653, Out 2003.
- BRITO, S. S. D. S.; VILLA, M.; BENHADI-MARÍN, J.; DA SILVA, F. *et al.* The temporal and spatial variation of arthropod associations inhabiting non-crop vegetation in a Sisal crop, *Agave sisalana* in the Caatinga biome. **Applied Sciences**, v. 11, n. 14, art. 6498, Jul. 2021.
- BUCKLEY, P. A.; MCCARTHY, M. G. . Insects, Vegetation, and the Control of Laughing Gulls (*Larus atricilla*) at Kennedy International Airport, New York City. **The Journal of Applied Ecology**, v. 31n. 2, p.291-302, Mai. 1994.
- CABALLERO-SADI, D.; ROCCA, P.; ACHAVAL, F.; CLARA, M. Dieta del Tero *Vanellus chilensis* y abundancia de presas en el aeropuerto internacional de Carrasco, Canelones Uruguay. **Informe técnico para o comitê nacional de perigo aviário**. n. 2, 16p. 2007.
- CAJÉ, S. O. D. S.; DE MELO, J. D.; DA SILVA, E. L.; MOURA-LIMA, I. M. First record of the association of a species of Lycaenidae (Lepidoptera) with *Zornia latifolia* Sm. (Fabaceae), and its parasitoid (Hymenoptera: Chalcididae) in Brazil. **EntomoBrasilis**, v 13, p. e916, nov. 2020.
- CAMARA, M. B.; LIMA, A. S.; JUMBO, L. O. V.; TAVARES, C. P. *et al.* Seasonal and circadian evaluation of the *Pectis brevipedunculata* essential oil and its acaricidal activity

against *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae). **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v 34, n. 7, p. 1020-1029, jul. 2023.

CAMBARDELLA, C. A.; MOORMAN, T. B.; NOVAK, J.; PARKIN, T. *et al.* Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. **Soil Science Society of America Journal**, 58, n. 5, p. 1501-1511, set. 1994.

CAPINERA, J. L. Order Orthoptera - Grasshoppers and Crickets. In: CAPINERA, J. L. **Handbook of Vegetable Pests**. Academic Press, 1ª ed., 2001, cap. 11 , p.511-534.

CAPLAT, P.; FONDERFLICK, J. Area mediated shifts in bird community composition: a study on a fragmented Mediterranean grassland. **Biodiversity and Conservation**, v 18, n. 11, p. 2979-2995, mar. 2009.

CARNEIRO, C. R.; RITTER, M. R. A tribo Tageteae (Asteraceae) no sul do Brasil. **Iheringia, Série Botânica**, v. 73, n. 2, p. 114-134, out. 2018.

CARVALHO, J.; LOPES, L.; ARAÚJO, A. Ocorrência de plantas infestantes em três pomares de citros no estado de Sergipe. **Magistra**, v 17, p. 148-153, set. 2005.

CARVALHO, M. A.; DA FONSECA, C. E. L.; MACIEL, G. A.; VERZIGNASSI, J. R. *et al.* BRS Sarandi:nova cultivar de *Andropogon gayanus* para pastagens.Planaltina, DF: **Circular Técnica nº 52**. Embrapa Cerrados, 2021.

CASARI, S. A.; BIFFI, G.; IDE, S. Coleoptera Linnaeus, 1758. *in*: RAFAEL, J. A.; MELO, G. A. R. de; CARVALHO, C. J. B. de; CASARI, S. A.; CONSTANTINO, r. **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia**. 2ª ed, Manaus: Editora IMPA, 2024.Cap. 31, p. 575-698.

CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS [CENIPA]. Anuário de Risco de Fauna, 2015. Brasília. 2016. Disponível em: <https://www2.fab.mil.br/cenipa/index.php/estatisticas/risco-da-fauna> .

CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS [CENIPA]. Anuário de Risco de Fauna 2011 a 2020. Brasília. 2021. Disponível em: <https://www2.fab.mil.br/cenipa/index.php/estatisticas/risco-da-fauna>

CHEN, L.-L.; POZSGAI, G.; LI, X.-Y.; LI, L. *et al.* Effects of cover crops on beetle assemblages in tea plantations. **Crop Protection**, v. 149, art. 105783, nov. 2021.

CHEN, L.-L.; YUAN, P.; YOU, M.-S.; POZSGAI, G. *et al.* Cover crops enhance natural enemies while help suppressing pests in a tea plantation. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 112, n. 4, p. 348-355, jan. 2019.

CIANCIARUSO, M.; BATALHA, M. Short-term community dynamics in seasonal and hyperseasonal cerrados. **Brazilian Journal of Biology**, v 69, p. 231-240, mai. 2009.

- COLWELL R.K. EstimateS: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples. Version 9.1.0. [2013] Disponível em: <https://www.pur.oclc.org/estimates>
- CONNOR, E. F.; COURTNEY, A. C.; YODER, J. M. Individuals–area relationships: the relationship between animal population density and area. **Ecology**, v 81, n. 3, p. 734-748, mar. 2000.
- CONNOR, E.; MCCOY, E. Species–Area Relationships. In: LEVIN, S. A. **Encyclopedia of Biodiversity**, 2ª ed, Academic Press, p. 640-650, 2013.
- COOK, W. C. Life history, host plants, and migrations of the beet leafhopper in the western United States. **USDA - Agricultural Research Service**, Technical Bulletin n. 1365, feb. 1967.
- COSTA LIMA, A. da. Insetos do Brasil. 10 tomo. Coleópteros, 4a e última parte. - Escola Nacional de Agronomia. Serie Didatica nº 12. Rio de Janeiro, 1956
- COSTA, L. C. M. O comportamento interespecífico de defesa do quero-quero, *Vanellus chilensis* (Molina, 1782) (Charadriiformes, Charadriidae). **Revista de Etologia**, v 4, n. 2, p. 95-108, dez. 2002.
- CRUZ, E. D; DIAS FILHO, M. B. *Chamaecrista rotundifolia*: Chamaecrista. In: CORADIN, L.; CAMILLO, J.; VIEIRA, I. C. G. (ed.). Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Norte. **Série Biodiversidade**, nº 53, Brasília, DF: MMA, p. 940-946, 2022.
- DEFUSCO, R. P.; UNANGST, E. T. **Airport Wildlife Population Management**. 1ª ed. Washington, DC: The National Academies Press , 2013, 69 p..
- DELFINO, H.; CARLOS, C. Macro and micro-habitat selection by *Vanellus chilensis* (Aves: Charadriiformes) in southern Brazil. **El Hornero**, v 36, p. 11-20, out. 2021.
- DELFINO, H.; CARLOS, C. O guardião dos campos: um estudo sobre o comportamento do quero-quero *Vanellus chilensis* (Aves: Charadriiformes) no sul do Brasil. **Iheringia Série Zoológica**, v. 110, n. 22, set. 2020.
- DEVAULT, T. L.; WASHBURN, B. E. Identification and management of wildlife food resources at airports. In: DEVAULT, T. L.; BLACKWELL, B. F., *et al.*(Ed.). **Wildlife in Airport Environments: Preventing Animal-Aircraft Collisions through Science Based Management**: Johns Hopkins University Press, 2013. cap. 8, p. 79-92.
- DEVAULT, T.; BLACKWELL, B.; BELANT, J.; BEGIER, M. Wildlife at Airports. **Wildlife Damage Management Technical Series**. Fort Collins, CO: USDA, APHIS, WS National Wildlife Research Center, feb. 2017, 19 p.

DIAS FILHO, M.; SERRÃO, E. Avaliação da adaptação de leguminosas forrageiras tropicais na Amazônia Oriental brasileira. *In: Simpósio do Trópico Úmido*, n. 1, Belém, PA. **Resumos**. EMBRAPA-CPATU, 1984.

DOLBEER, R.; SHAW, P. Serious accident database, **Avisure**, Northfield, MN, USA [2024]. Disponível em: avisure.com/serious-accident-database/.

DUARTE, F.; CALVO, M.; BORGES, A.; SCATONI, I. Geostatistics applied to the study of the spatial distribution of insects and its use in integrated pest management. **Revista Agronómica del Noroeste Argentino**, v. 35, n. 2, p. 9-20, dez. 2015.

DYCK, V.A.; FERNÁNDEZ, E. E. R.; FLORES, J. R. *et al.* Public Relations and Political Support in Area-Wide Integrated Pest Management Programmes that Integrate the Sterile Insect Technique. *In: DYCK, V.A., HENDRICHS, J., ROBINSON, A. (eds) Sterile Insect Technique*. Dordrecht: Springer, 2015. Cap. 5.4, p 547-558.

FARIA, F.; ALBERTONI, E.; BUGONI, L. Trophic niches and feeding relationships of shorebirds in southern Brazil. **Aquatic Ecology**, v. 52, p. 281-296, jan. 2018.

FARIAS, P. R.; ROBERTO, S. R.; LOPES, J. R.; PERECIN, D. Geostatistical characterization of the spatial distribution of *Xylella fastidiosa* sharpshooter vectors on citrus. **Neotropical Entomology**, v. 33, p. 13-20, feb. 2004.

FELDMANN, F., VOGLER, U., Towards sustainable performance of urban horticulture: ten challenging fields of action for modern integrated pest management in cities. **Journal of Plant Diseases and Protection**, v. 128, p. 55–66, feb.2021

FERREIRA, J. B. C.; ALMEIDA, D. R. de; SANTOS, T. L. A. dos. 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, abr. 2015.

FRIEDRICH, F. **Manejo de vegetação como estratégia para a redução da incidência do quero-quero (*Vanellus chilensis*) em ambiente aeroportuário**. 2013. 52p. Dissertação (Mestrado em Saúde e Meio Ambiente) – **Universidade da Região de Joinville**, Joinville, 2013.

FUJIHARA, R. T.; FORTI, L. C.; ALMEIDA, M. C.; BALDIN, E. L. L. (Org.). **Insetos de importância econômica: guia ilustrado para identificação de famílias**. 1ed. Botucatu: FEPAF, 2016, 391p.

GANGOSO, L.; AGUDO, R.; ON, D.; DE LA RIVA, M. *et al.* Reinventing mutualism between humans and wild fauna: Insights from vultures as ecosystem services providers. **Conservation Letters**, v. 6, p. 172-179, jun..2013.

GANTZ, A.; SADE, S.; RAU, J. Winter diet and feeding preferences of the Southern Lapwing (*Vanellus chilensis*, MOLINA 1782) in pastures of southern Chile. **Boletín Chileno de Ornitología**, v. 15, n. 2, p. 87-93, 2009.

GIREESH, M.; RIJAL, J. P.; JOSEPH, S. V. Spatial Distribution of Hunting Billbugs (Coleoptera: Curculionidae) in Sod Farms. **Insects**, v. 12, n. 5, p. 402, abr. 2021.

GONZÁLEZ-CÉSPED, C.; ALANIZ, A. J.; VERGARA, P. M.; CHIAPPA, E. *et al.* Effects of urban environmental conditions and landscape structure on taxonomic and functional groups of insects. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 58, p.126902, mar. 2021.

GRAZIA, J.; TAKIYA, D. M.; WOLFF, V. R. D. S.; SCHWERTNER, C. F. *et al.* Hemiptera Linnaeus, 1758. **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia**. 2ª ed, Manaus: Editora IMPA, 2024. Cap. 25, p. 368-455.

HE, Z.; CHEN, L.; YANG, Y.; ZHAO, F. *et al.* Geostatistical analysis of the spatial variation of *Chrysolina aeruginosa* larvae at different stages in desert ecosystems. **Insects**, v. 14, n. 4, p. 379, abr. 2023.

HENDRICHS, J., P. KENMORE, A. S. ROBINSON, AND M. J. B. VREYSEN. Area-Wide Integrated Pest Management (AW-IPM): Principles, practice and prospects, *In* M. J. B. VREYSEN, A. S. ROBINSON, AND J. HENDRICHS (eds.), **Area-wide control of insect pests. From research to field implementation**. Dordrecht: Springer, 2007, p. 3-33. ,

HENDRICHS, J.; REYES, J.; VREYSEN, M.; CARDOSO-PEREIRA, R. Area-wide management of major pest insects. **Acta Horticulturae**, v. 1065, p. 67-72, 2015

HOFMANN, G. S.; CARDOSO, M. F.; ALVES, R. J. V.; WEBER, E. J. *et al.* The Brazilian Cerrado is becoming hotter and drier. **Global Change Biology**, 27, n. 17, p. 4060-4073, 2021.

JOERN, A. Feeding patterns in grasshoppers (Orthoptera: Acrididae): Factors influencing diet specialization. **Oecologia** v. 38, p.325–347, jan.1979.

JOSEPH, S.; BRAMAN, S. Influence of plant parameters on occurrence and abundance of arthropods in residential turfgrass. **Journal of Economic Entomology**, v. 102, n. 3, p. 1116-1122, jul. 2009.

KIRKENDALL, L. R.; BIEDERMANN, P. H. W.; JORDAL, B. H. Evolution and Diversity of Bark and Ambrosia Beetles. In: VEGA, F. E. e HOFSTETTER, R. W. (Ed.). **Bark Beetles**. San Diego: Academic Press, 2015. Cap. 3, p. 85-156.

KOLLER, W.; CASTRO, L.; DE ALMEIDA, R. Adaptações úteis em uma armadilha de queda. Embrapa Gado de Corte **Comunicado técnico** 139. Brasília, DF: EMBRAPA, 2017. 8 p.

- KUNIATA, L. S.; KOROWI, K. T. Bugs offer sustainable control of *Mimosa invisa* and *Sida* spp. in the Markham Valley, Papua New Guinea. *In: Proceedings of the XI International Symposium on Biological Control of Weeds*, Camberra. p.567-573, 2003.
- LENNÉ, J. M.; CALDERÓN, M. Pest and disease problems of *Andropogon gayanus*.. *In: TOLEDO, J. M.; VERA R.; LASCANO, C. et al. (ed.) Andropogon gayanus Kunth: a Grass for Tropical Acid Soils*. Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical, n. 90 , 1990, p. 179-222
- LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. 6ª ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2006, 339p.
- LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil : terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 3ª ed. Nova Odessa, SP : Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2000, 608p.
- LORENZI, H.; SOUZA, H. M. D. Plantas ornamentais no Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras. 3ª ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2001. 1088 p.
- LYNCH, R. E.; BURTON, G. W. Relative abundance of insects on bermudagrasses and bahiagrasses. **Journal of Entomological Science**,v. 29, n. 1, p. 120-129, jan. 1994.
- MARCOLIN, F.; LAKATOS, T.; GALLÉ, R.; BATÁRY, P. Fragment connectivity shapes bird communities through functional trait filtering in two types of grasslands. **Global Ecology and Conservation**, v. 28, p. e01687,jan. 2021..
- MARQUES, R.; TEIXEIRA, D.; YAMAMOTO, P. T.; LOPES, J. R. S. Weedy hosts and prevalence of potential leafhopper vectors (Hemiptera: Cicadellidae) of a phytoplasma (16srix group) associated with huanglongbing symptoms in citrus groves. **Journal of Economic Entomology**,v. 105, n. 2, p. 329-337, abr. 2012.
- MARUYAMA, P. K.; CUNHA, A. F.; TIZO-PEDROSO, E.; DEL-CLARO, K. Relation of group size and daily activity patterns to southern lapwing (*Vanellus chilensis*) behaviour. **Journal of Ethology**, v 28, p. 339-344, mai. 2010.
- MELLO, C. R.; LIMA, J. M.; SILVA, A. M.; MELLO, J. M. *et al.* Krigagem e inverso do quadrado da distância para interpolação dos parâmetros da equação de chuvas intensas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 27, n. 5, p. 925-933, out. 2003.
- MELLO, M. O.; SILVA-FILHO, M. C. Plant-insect interactions: an evolutionary arms race between two distinct defense mechanisms. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 14, p. 71-81, mai. 2002.
- MELO, G. A.; MOLIN, A. D. Hymenoptera Linnaeus, 1758. *in: RAFAEL, J. A.; MELO, G. A. R. de; CARVALHO, C. J. B. de; CASARI, S. A.; CONSTANTINO, r. Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia*. 2ª ed, Manaus: Editora IMPA, 2024.Cap. 27, p. 484 -545.

METZ, I. C.; ELLERBROEK, J.; MÜHLHAUSEN, T.; KÜGLER, D. *et al.* The bird strike challenge. **Aerospace**, v. 7, n. 3, art. 26, mar. 2020.

MOREIRA, H. J. da C.; BRAGANÇA, H. B. N. **Manual de Identificação de Plantas infestantes: Hortifrúti**. São Paulo: FMC Agricultural Products, 2011, 1017p.

MORSELLI, J. P.; BOLFARINI, M.P; DIAS, P. G. B. S. ; MELLO, F.A.G . Ordem Orthoptera. *In*: FUJIHARA, R. T.; FORTI, L.C.; ALMEIDA, M.C.; BALDIN, E. L. L. **Insetos de Importância Econômica: Guia Ilustrado para Identificação de Famílias.**, Botucatu: Editora FEPAF, 2016, cap. 6, p 115-132.

MOURA, A. P. D. Manejo Integrado de Pragas: Estratégias e Táticas de Manejo para o Controle de Insetos e Ácaros-praga em Hortaliças. Brasília: Embrapa Hortaliças: **Circular Técnica** 141, 28 p. 2015.

MUSSO, C.; DE MACEDO, M. A.; NUNES ALMEIDA, N.; DE MELO RODRIGUES, D. *et al.* *Andropogon gayanus* Kunth invasion in the Cerrado: from seed production to seedling establishment along roadsides. **Biological Invasions**, v. 21, n. 5, p. 1683-1695, mai, 2019.

NASCIMENTO, E. A. D.; DEL-CLARO, K. Ant visitation to extrafloral nectaries decreases herbivory and increases fruit set in *Chamaecrista debilis* (Fabaceae) in a Neotropical savanna. **Flora: Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants**, v.205, n. 11, p. 754-756, nov. 2010.

NELSEN, M. P.; REE, R. H.; MOREAU, C. S. Ant-plant interactions evolved through increasing interdependence. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v.115, n. 48, p. 12253-12258, nov. 2018.

OKSANEN, L.; FRETWELL, S. D.; ARRUDA, J.; NIEMELA, P. Exploitation ecosystems in gradients of primary productivity. **The American Naturalist**, v. 118, n. 2, p. 240-261, ago. 1981.

OLIVEIRA, M. T. R. de. **Secagem e qualidade do óleo essencial de *Pectis brevipedunculata* (Gardner)**. 2011. 197p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Campos dos Goytacazes, RJ, 2011.

OLIVEIRA, R.; GREGO, C.; BRANDÃO, Z. **Geoestatística aplicada na Agricultura de Precisão utilizando o VESPER**. 1ª ed. Brasília: EMBRAPA, 2015. 159p.

PARK, Y.-L.; KRELL, R. K.; CARROLL, M. Theory, technology, and practice of site-specific insect pest management. **Journal of Asia-Pacific Entomology**, v. 10, n. 2, p. 89-101, jun .2007.

PASINI, M. P. B.; LÚCIO, A.; FRONZA, D.; WEBER, L. D. S. Ordinary Kriging and Inverse Distance Weighted applied in population spatialization of fig fly. **Agrária - Revista Brasileira de Ciências Agrárias** v.10, n.3, p.452-459, set. 2015.

PASTORE, M.; RODRIGUES, R.; BIANCHINI, R.; FILGUEIRAS, T. **Plantas exóticas invasoras na Reserva Biológica do Alto da Serra de Paranapiacaba, Santo André - SP:** guia de campo. 1ª ed., São Paulo: Instituto de Botânica, 2012, 46 p...

PATTON, A. J.; SCHWARTZ, B. M.; KENWORTHY, K. E. Zoysiagrass (*Zoysia* spp.) history, utilization, and improvement in the United States: A review. **Crop Science**, v. 57, n. S1, p. S37-S72, ago. 2017.

PINHEIRO, M.; ABRÃO, B. E. D.; HARTE-MARQUES, B.; MIOTTO, S. T. S. Floral resources used by insects in a grassland community in Southern Brazil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 31, n. 3, p. 469-489, set. 2008.

POLIS, G. A.; SEARS, A. L.; HUXEL, G. R.; STRONG, D. R. *et al.* When is a trophic cascade a trophic cascade? **Trends in Ecology & Evolution**, v. 15, n. 11, p. 473-475, nov. 2000.

QGIS.org. **QGIS Geographic Information System**. QGIS Association. [2023]. Disponível em: <http://www.qgis.org>.

RAFAEL, J. A.; MELO, G. A. R. de; CARVALHO, C. J. B. de; CASARI, S. A.; CONSTANTINO, r. **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia**. 2ª ed, Manaus: Editora IMPA, 2024 880p.

REYES, J. P.; PARRA, L. M. S. Evaluación preliminar del recurso alimenticio y algunos aspectos poblacionales, para el desarrollo de lineamientos técnicos y de control del *Vanellus chilensis* (Charadriiformes: Charadriidae) en el Aeropuerto Internacional José María Córdova, Rionegro, Antioquia. **Informe:** Comité de Peligro Aviario del Aeropuerto Internacional José María Córdova, 2004, p. 34.

RIBEIRO, A. V.; RAMOS, R. S.; DE ARAÚJO, T. A.; SOARES, J. R. *et al.* Spatial distribution and colonization pattern of *Bemisia tabaci* in tropical tomato crops. **Pest Management Science**, v. 77, n. 4, p. 2087-2096, abr. 2021.

RODRIGUEZ, C.; GARCIA, M. A. Seed-bank dynamics of the tropical weed *Sida rhombifolia* (Malvaceae): incidence of seedling emergence, predators and pathogens. **Seed Science Research**, v. 19, n. 4, p. 241-248, dez. 2009.

ROLANDO, A. On the ecology of home range in birds. **Revue d'Écologie**, v. 57, n. 1, p. 53-73, jan. 2002.

ROMNEY, V. E. The beet leafhopper and its control on beets grown for seed in Arizona and New Mexico. **Technical Bulletin** n. 855, US Department of Agriculture, sep. 1943. 24 p.

ROSADO, J. F., PICANÇO, M. C., SARMENTO, R. A., et al. Geostatistics as a tool to study mite dispersion in physic nut plantations. **Bulletin of Entomological Research**. v. 105, n. 04, p. 381-389, abr. 2015.

- RUTTER, M. T.; RAUSHER, M. D. Natural Selection on extrafloral nectar production in *Chamaecrista fasciculata*: the costs and benefits of a mutualism trait. **Evolution**, v. 58, n. 12, p. 2657-2668, dec. 2004.
- SAMPAIO, A. B.; SCHMIDT, I. B. Espécies exóticas invasoras em unidades de conservação federais do Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, v.3, n. 2, p. 32-49, sep. 2013.
- SANTOS, E. S. A. Southern Lapwing (*Vanellus chilensis*), version 1.0. **Neotropical Birds Online** (TS Schulenberg, Editor). Cornell lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. [2010]. Disponível em: <https://birdsoftheworld.org/bow/species/soulap1/> .
- SANTOS, T. L.; GROSSMANN, N. V.; DE CARVALHO, M. M.; VELHO, D. M. A. *et al.* Evaluation of different grass height management patterns for bird control in a tropical airport. **Conexão SIPAER**, v. 8, n. 1, p. 68-79, abr. 2017.
- SANTOS, T. L.; GROSSMANN, N. V.; DE CARVALHO, M. M.; VELHO, D. M. A. *et al.* Evaluation of different grass height management patterns for bird control in a tropical airport. **Conexão SIPAER**, v. 8, n. 1, p. 68-79, abr. 2017
- SARACURA, V. F. Estudo do quero-quero em área urbana: sucesso reprodutivo vs. distúrbios externos. **Atualidades Ornitológicas**, v. 111, p. 10-11, fev. 2003.
- SARUBBI, H. J.; RAMÍREZ, M. B. Pest insects in natural and sown pastures of Paraguay. **Tropical Grasslands-Forrajões Tropicales**, 8, n. 2, p. 158-161, mai. 2020.
- SCHERER, A. L.; PETRY, M. V. Seasonal variation in shorebird abundance in the State of Rio Grande do Sul, Southern Brazil. **The Wilson Journal of Ornithology**, v.124, n. 1, p. 40-50, mar. 2012.
- SCIAMARELLI, A.; TOZZI, A. M. G. D. A. *Zornia* J. F. Gmel. (Leguminosae - Faboideae - Aeschynomeneae) no Estado de São Paulo. **Acta Botanica Brasilica**, v.10, n. 2, p. 237-266, dez. 1996.
- SCIARRETTA, A.; TREMATERRA, P. Geostatistical tools for the study of insect spatial distribution: practical implications in the integrated management of orchard and vineyard pests. **Plant Protection Science**, v. 50, n. 2, p. 97-110, jun. 2014.
- SILVA F.R.; GONÇALVES-SOUZA T.; PATERNO G.B. *et al.* **Análises ecológicas no R**. 1ª ed. Recife: Nupeea: Recife, 2022. 640 p.
- SILVA, N. A. P. D.; FRIZZAS, M. R.; OLIVEIRA, C. M. D. Seasonality in insect abundance in the "Cerrado" of Goiás State, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 55, n.1, p. 79-87, mar. 2011.
- SILVA, R. E. Perigo Aviário. : **Carta de Segurança Operacional**, 3ª ed. ANAC. jan. 2011. 10p.

SILVEIRA, L. C. P.; BERTI FILHO, E.; PIERRE, L. S. R. *et al.* Marigold (*Tagetes erecta* L.) as an attractive crop to natural enemies in onion fields. **Scientia Agrícola**, 66, n. 6, p. 780-787, dez. 2009.

SÖDERSTRÖM, B.; SVENSSON, B.; VESSBY, K.; GLIMSKÄR, A. Plants, insects and birds in semi-natural pastures in relation to local habitat and landscape factors. **Biodiversity & Conservation**, v. 10, p. 1839-1863, nov. 2001.

SOUZA, F. H. D.; GUSMÃO, M. R. Cobertura vegetal em aeroportos e Gerenciamento de Risco de Fauna: uma visão agrônômica. **Conexão SIPAER**, v.9, n. 3, p. 22-30, dez. 2019.

SOUZA-DIAS, P. G.; SPERBER, C. F.; COSTA, M. K. M. D.; MENDES, D. M. D. M. *et al.* Orthoptera Olivier, 1789. *In*: RAFAEL, J. A.; MELO, G. A. R. de; CARVALHO, C. J. B. de; CASARI, S. A.; CONSTANTINO, r. **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia**. 2ª ed, Manaus: Editora IMPA, 2024. Cap. 19, p. 253 -290.

TORRES, J. B.; BUENO A.de F., Conservation biological control using selective insecticides – A valuable tool for IPM, **Biological Control**, v. 126, p. 53-64, nov. 2018.

WASHBURN, B. E.; SEAMANS, T. W. Managing turfgrass to reduce wildlife hazards at airports. *In*: DEVAULT, T. L.; BLACKWELL, B. F., *et al.*(Ed.). **Wildlife in Airport Environments: Preventing Animal-Aircraft Collisions through Science Based Management**. 1ª ed. Baltimore: Johns Hopkins. University Press, 2013. cap. 10, p. 105-114.

WEBSTER, R.; OLIVER, M.A. **Geostatistics for environmental scientists**. 2ª ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2007. 330p

WOLDA, H. Insect seasonality: why? **Annual Review of Ecology and Systematics**. v. 19p. 1-18, nov. 1988.

WOOD, S. L.; Bark and ambrosia beetles of North and Central America (Coleoptera: Scolytidae), a taxonomic monograph. **Great Basin Naturalist Memoirs**. v. 6, 1-1359, 1982

YAMAMOTO, J.; LANDIM, P. **Geostatística: conceitos e aplicações**. 1ª ed. São Paulo: Oficina de Textos. 2015, 215p.

ZEFERINO, L. C.; QUEIROZ, R. T. D.; RANDO, J. G.; COTA, M. M. T. *et al.* O gênero *Chamaecrista* (Leguminosae: Caesalpinioideae) no Parque Estadual do Rio Preto, São Gonçalo do Rio Preto, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, v. 70, id. e02802017, 2019.

9. ANEXOS

9.1. ANEXO A (PLANTAS)

Tabela i. Total (n) e média de plantas coletadas por 2 m² nos períodos seco e chuvoso (n = 603 e 603 coletas) nas pistas 1 e 2 do aeroporto internacional de Brasília, DF.

Taxa	n (Jul. – Out./2022)	Períodos	
		Seco n (Fev. – Mai./2023)	Chuvoso
Amaranthaceae	68	771	
<i>Alternanthera denticulata</i>		-	0,535
<i>Alternanthera tenella</i>		0,013	0,348
<i>Amaranthus hybridus</i>		-	0,003
<i>Gomphrena celosioides</i>		0,100	0,391
Asteraceae	234	2608	
<i>Acanthospermum australe</i>		0,022	0,318
<i>Ageratum conyzoides</i>		-	0,007
<i>Chrysanthellum indicum</i>		-	0,373
<i>Eclipta prostrata</i>		-	0,002
<i>Elephantopus mollis</i>		-	0,013
<i>Emilia fosbergii</i>		0,002	0,071
<i>Galinsoga parviflora</i>		-	0,032
<i>Parthenium hysterophorus</i>		-	0,002
<i>Pectis brevipedunculata</i>		0,327	3,134
<i>Synedrellopsis grisebachii</i>		0,017	0,187
<i>Tridax procumbens</i>		0,022	0,186
Commelinaceae	0	3	
<i>Commelina benghalensis</i>			0,005
Convolvulaceae	462	427	
<i>Evolvulus alsinoides</i>		-	0,143
<i>Evolvulus spp.</i>		0,766	0,539
<i>Ipomoea ramosíssima</i>		-	0,015
<i>Distimake cissoides</i>		-	0,012
Cyperaceae	0	125	
<i>Cyperus brevifolius</i>			0,207
Euphorbiaceae	127	1486	
<i>Croton glandulosus</i>		-	0,103
<i>Euphorbia hyssopifolia</i>		-	0,056
<i>Euphorbia dioeca</i>		0,035	-
<i>Euphorbia hirta</i>		0,002	0,682
<i>Euphorbia prostrata</i>		0,174	1,624
Fabaceae	2675	12 134	
<i>Aeschynomene denticulata</i>		-	0,010

Taxa	Períodos		
	Seco <i>n</i> (Jul. – Out./2022)	Chuvoso <i>n</i> (Fev. – Mai./2023)	
<i>Aeschynomene histrix</i>		0,063	3,443
<i>Calliandra dysantha</i>		0,003	0,003
<i>Chamaechrista</i> spp.		-	0,032
<i>Chamaechrista rotundifolia</i>		0,735	2,745
<i>Chamaecrista nictitans</i>		-	0,051
<i>Crotalaria lanceolata</i>		-	0,003
<i>Desmodium adscendens</i>		-	0,106
<i>Desmodium incanum</i>		0,227	1,216
<i>Macroptilium atropurpureum</i>		0,012	0,103
<i>Mimosa pudica</i>		-	0,126
<i>Mimosa skinneri</i>		-	0,100
<i>Stylosanthes</i> spp.		0,859	2,307
<i>Zornia</i> spp.		2,537	9,879
Heliotropiaceae	44	34	
<i>Heliotropium indicum</i>		0,073	0,056
Lamiaceae	0	1	
<i>Marsypianthes chamaedrys</i>			0,002
Lythraceae	0	6	
<i>Cuphea carthagenensis</i>			0,010
Malvaceae	486	2036	
<i>Sida linifolia</i>		-	0,013
<i>Sida rhombifolia</i>		0,779	3,284
<i>Sida urens</i>		-	0,012
<i>Waltheria indica</i>		0,027	0,068
Poaceae	7219	7715	
<i>Andropogon</i> spp.		0,680	0,362
<i>Cynodon dactylon</i>		-	0,091
<i>Eleusine indica</i>		0,038	0,212
<i>Eragrostis pilosa</i>		11,181	10,891
<i>Melinis Minutiflora</i>		-	0,010
<i>Melinis repens</i>		0,003	0,103
<i>Urochloa</i> spp.		0,070	1,126
Polygalaceae	0	90	
<i>Polygala fendleri</i>		-	0,041
<i>Polygala violácea</i>		-	0,108
Rubiaceae	105	785	
<i>Diodella teres</i>		-	0,012
<i>Richardia brasiliensis</i>		0,060	0,889
<i>Richardia</i> spp.		0,007	0,015
<i>Borreria capitata</i>		0,108	0,368
<i>Borreria latifolia</i>		-	0,018
Solanaceae	5	35	
<i>Schwenckia americana</i>		0,008	0,056

Taxa	n (Jul. – Out./2022)	Períodos	
		Seco n (Fev. – Mai./2023)	Chuvoso n (Fev. – Mai./2023)
<i>Solanum capsicoides</i>		-	0,002
Turneraceae	2	1	
<i>Turnera</i> spp.		0,003	0,002
Urticaceae	0	9	
<i>Pilea microphylla</i>		-	0,015
Dicotiledônea	3	103	
Não identificada		0,018	0,171
Monocotiledônea	6	272	
Não identificada		0,010	0,385
Total / média por 2m ²	11 438	18,9 (13,2 – 24,7)	28 601 (40,8 – 54,1)*
Riqueza S (Estimador Jackknife)		32 (29,8 – 34,1)	66 (61,1 – 70,9)*
Diversidade H'		1,57 (1,41 – 1,73)	2,61 (2,55 – 2,68)*

*Valores entre parênteses representam intervalo de confiança da média a 95% de probabilidade, calculado pelo EstimateS através do método Jackknife (Cowell 2013).

9.2. ANEXO B (ARTRÓPODES)

Tabela ii. Total (n) e média de artrópodes coletados por armadilha pitfall nos períodos seco e chuvoso (n = 1118 e 1161 armadilhas) instaladas nas pistas 1 e 2 do aeroporto internacional de Brasília, DF.

Taxa	n	Períodos		Média
		Seco (Jul. – Out./2022)	Chuvoso (Fev. – Mai./2023)	
Coleoptera	3745		7108	
Anthicidae	694	0,621	210	0,181
Bruchidae	-	-	9	0,008
Buprestidae	1	0,001	-	-
Carabidae	42	0,038	491	0,423
Cerambycidae	2	0,002	5	0,004
Ceratocanthidae	1	0,001	30	0,026
Chrysomelidae	18	0,016	561	0,483
Cicindelidae	-	-	1	0,001
Coccinellidae	3	0,003	72	0,062
Curculionidae	255	0,228	3498	3,013
Elateridae	75	0,067	5	0,004
Lagriidae	-	-	136	0,117
Latridiidae	9	0,008	38	0,033
Lutrochidae	-	-	10	0,009
Nitidulidae	128	0,114	622	0,536
Scarabaeidae	284	0,254	406	0,350
Silvanidae	-	-	8	0,007
Staphylinidae	7	0,006	113	0,097
Tenebrionidae	1331	1,191	507	0,437
Thyreocoridae	11	0,010	68	0,059
Zopheridae	274	0,245	73	0,063
Coleoptera não ident.	610	0,546	245	0,211
Dermapatera	1		3	
Anisolabididae	1	0,001	3	0,003
Diptera	258		759	
Agromyzidae	10	0,009	8	0,007
Asilidae	1	0,001	1	0,001
Bombyliidae	67	0,060	-	-
Cecidomyiidae	16	0,014	374	0,322
Ceratopogonidae	1	0,001	-	-
Dolichopodidae	-	-	4	0,003
Drosophilidae	13	0,012	70	0,060
Micropezidae	-	-	1	0,001
Muscidae	74	0,066	128	0,110

Taxa	Períodos			
	<i>n</i> (Jul. – Out./2022)	Seco	<i>n</i> (Fev. – Mai./2023)	Chuvoso
Phoridae	14	0,013	122	0,105
Sarcophagidae	1	0,001	2	0,002
Sciaridae	13	0,012	25	0,022
Sphaeroceridae	7	0,006	3	0,003
Tephritidae	-	-	5	0,004
Ulidiidae	39	0,035	5	0,004
Diptera não ident.	2	0,002	11	0,009
Hemiptera	793		5616	
Alydidae	4	0,004	123	0,106
Aphididae	64	0,057	494	0,425
Cercopidae	-	-	37	0,032
Cicadellidae	296	0,265	2413	2,078
Coreidae	49	0,044	444	0,382
Cydnidae	111	0,099	131	0,113
Delphacidae	5	0,004	39	0,034
Gelastocoridae	1	0,001	-	-
Geocoridae	188	0,168	37	0,032
Largidae	1	0,001	45	0,039
Lygaeidae	16	0,014	77	0,066
Miridae	1	0,001	4	0,003
Nabidae	-	-	17	0,015
Pentatomidae	-	-	42	0,036
Psyllidae	22	0,020	7	0,006
Pyrrhocoridae	-	-	11	0,009
Reduviidae	2	0,002	38	0,033
Rhopalidae	-	-	150	0,129
Rhyparochromidae	11	0,010	1373	1,183
Scutelleridae	5	0,004	8	0,007
Tingidae	2	0,002	3	0,003
Hemiptera não ident.	15	0,013	123	0,106
Hymenoptera	14495		20818	
Adrenidae	1	0,001	1	0,001
Aphelinidae	4	0,004	6	0,005
Apidae	11	0,010	4	0,003
Bethylidae	3	0,003	2	0,002
Braconidae	9	0,008	10	0,009
Crabronidae	-	-	1	0,001
Encyrtidae	128	0,114	92	0,079
Epichrysomallidae	-	-	1	0,001
Eulophidae	2	0,002	-	-
Eupelmidae	-	-	17	0,015
Formicidae	14293	12,784	20333	17,513
Halictidae	-	-	60	0,052

Taxa	Períodos			
	<i>n</i> (Jul. – Out./2022)	Seco	<i>n</i> (Fev. – Mai./2023)	Chuvoso
Ichneumonidae	-	-	10	0,009
Mutillidae	2	0,002	23	0,020
Perilampidae	1	0,001	12	0,010
Pompilidae	24	0,021	42	0,036
Pteromalidae	2	0,002	103	0,089
Scelionidae	-	-	62	0,053
Scoliidae	4	0,004	-	-
Thynnidae	-	-	5	0,004
Vespidae	2	0,002	8	0,007
Hymenoptera não ident.	9	0,008	20	0,017
Isoptera	239		56	
Blattidae	3	0,003	5	0,004
Termitidae	235	0,210	41	0,035
Isoptera não ident.	1	0,001	10	0,009
Lepidoptera	753		102	
Gelechiidae	-	-	1	0,001
Noctuidae	-	-	19	0,016
Sphingidae	2	0,002	8	0,007
Tineidae	-	-	2	0,002
Lepidoptera não ident.	751	0,672	73	0,063
Neuroptera	3		68	
Myrmelontidae	3	0,003	11	0,009
Neuroptera não ident.	-	-	57	0,049
Odonata	2		0	
Odonata não ident.1	2	0,002	-	-
Orthoptera	125		1049	
Acrididae	128	0,114	987	0,850
Anostomatidae	1	0,001	19	0,016
Gryllidae	-	-	22	0,019
Ommexechidae	2	0,002	7	0,006
Tetrigidae	-	-	8	0,007
Orthoptera não ident.	-	-	6	0,005
Psocoptera	914		191	
Pachytroctidae	10	0,009	1	0,001
Psocoptera não ident.	904	0,809	190	0,164
Thysanoptera	30		39	
Phleothripidae	24	0,021	39	0,034
Thripidae	4	0,004	-	-
Thysanoptera não ident.	2	0,002	-	-

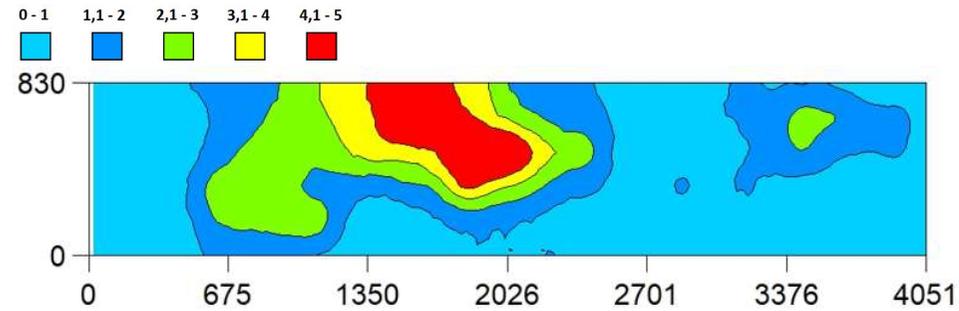
Total / média por armadilha	21 590	19,1	35 804	30,9
		(16,2 – 21,9)		(26,7 – 34,4)*
Riqueza <i>S</i> (Estimador Jackknife)		79		96
		(74,0 – 84,0)		(92,6 – 99,4)*
Diversidade H'		1,58		1,95
		(1,40 – 1,77)		(1,91 – 1,98)*

^aValores entre parênteses representam intervalo de confiança da média a 95% de probabilidade, calculado pelo EstimateS através do método Jackknife (Cowell 2013).

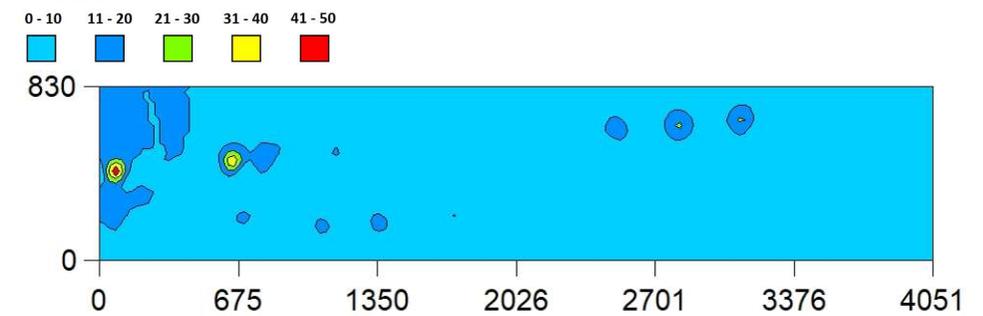
*Indica diferença entre os períodos seco e chuvoso pelo IC a 95% de probabilidade.

9.3. ANEXO C: MAPAS DE DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL

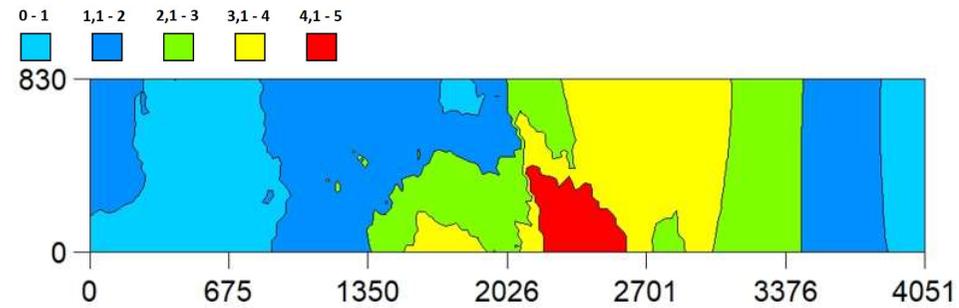
Vanellus chilensis



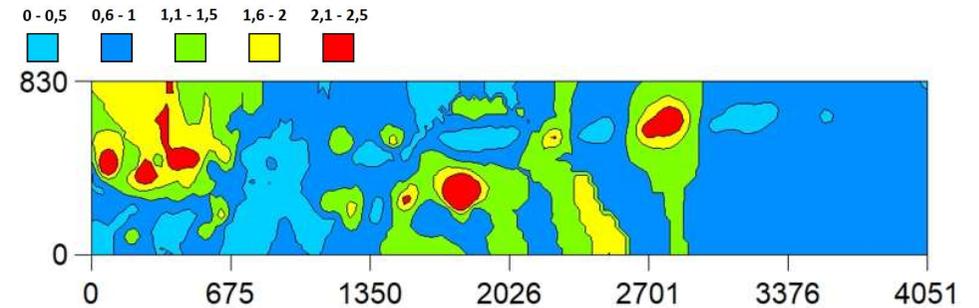
Formicidae



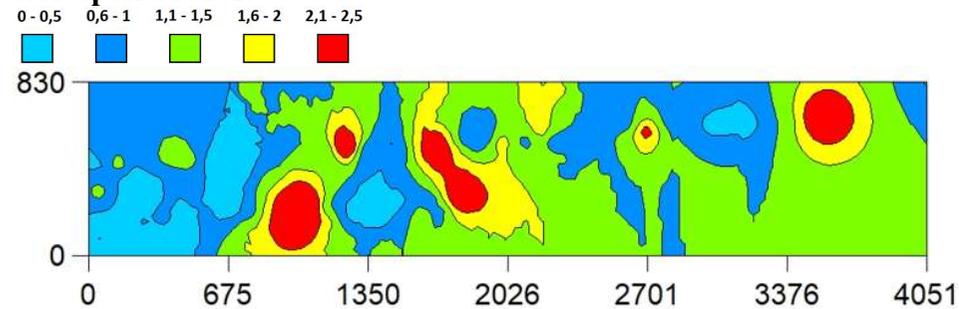
Tenebrionidae



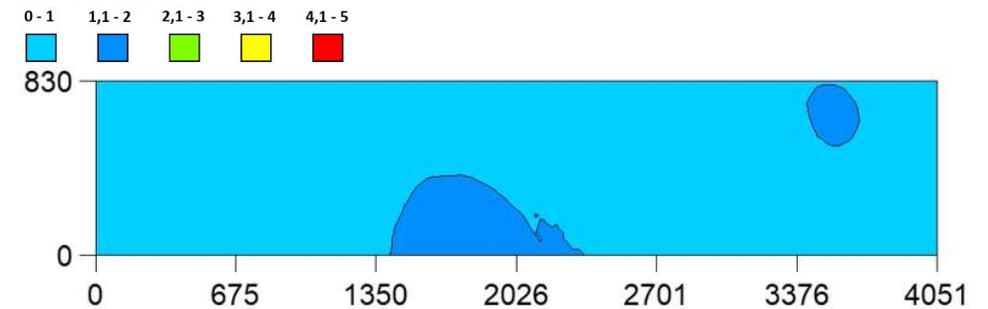
Anthicidae



Coleoptera N.I. 1

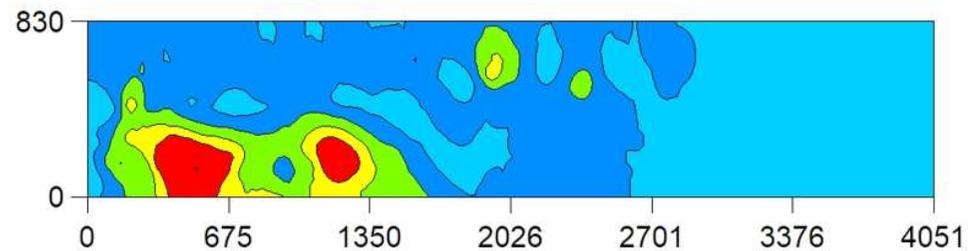


Cicadelidae



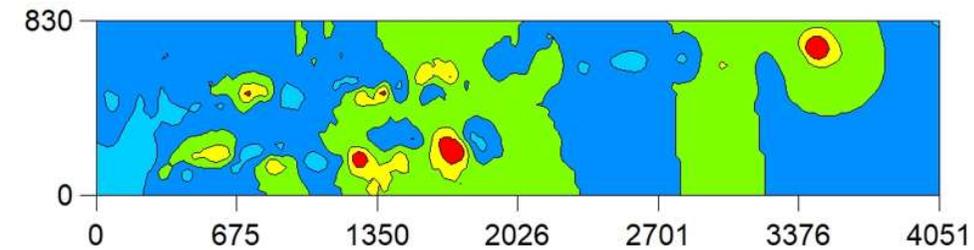
Eragrostis pilosa

0 - 10 11 - 20 21 - 30 31 - 40 41 - 50



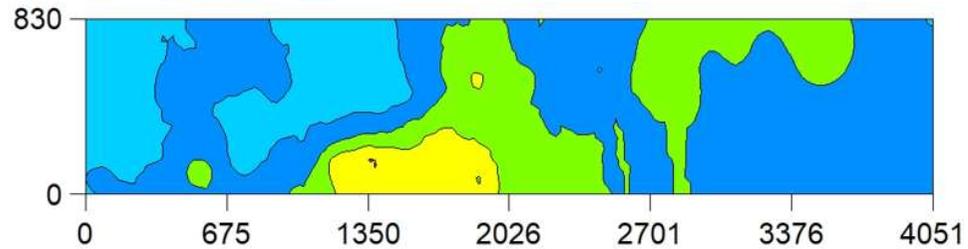
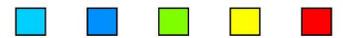
Zornia spp.

0 - 2 2,1 - 4 4,1 - 6 6,1 - 8 8,1 - 10



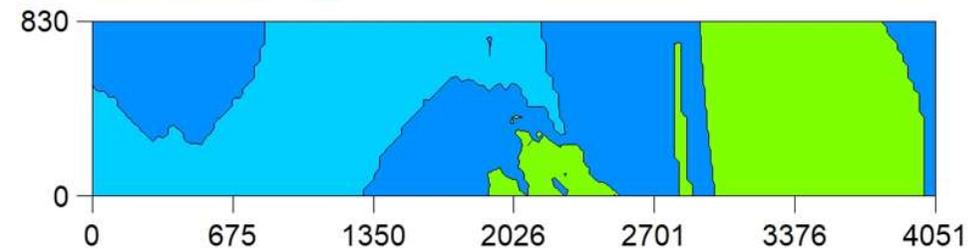
Sida rhombifolia

0 - 1 1,1 - 2 2,1 - 3 3,1 - 4 4,1 - 5



Chamaechrista rotundifolia

0 - 1 1,1 - 2 2,1 - 3 3,1 - 4 4,1 - 5



Andropogon spp.

0 - 0,5 0,6 - 1 1,1 - 1,5 1,6 - 2 2,1 - 2,5

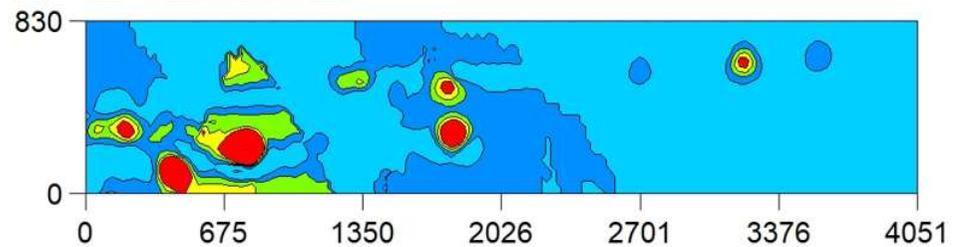
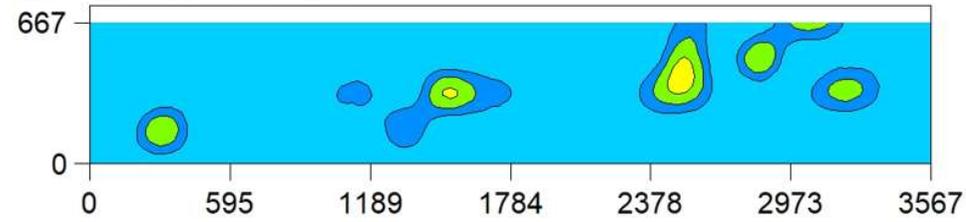
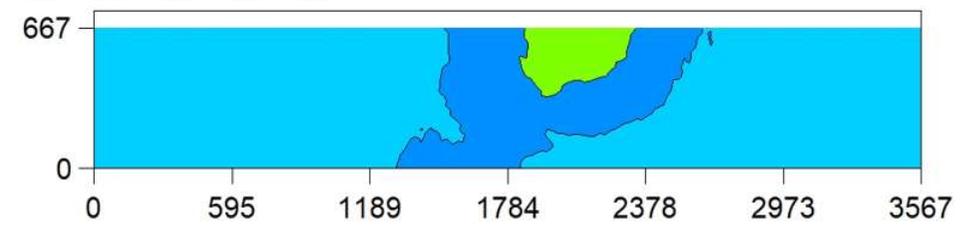
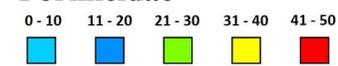


Figura i. Mapas de distribuição dos organismos produzidas pelos modelos selecionados conforme tabela 3.

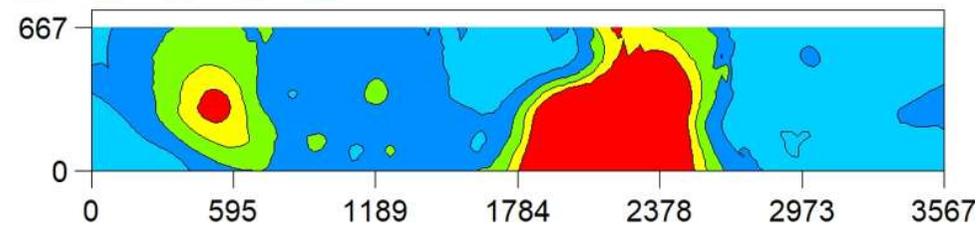
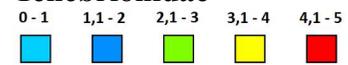
Vanellus chilensis



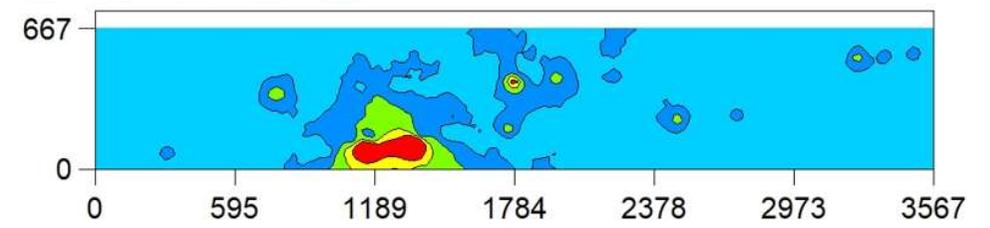
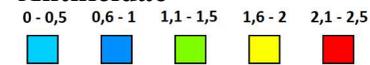
Formicidae



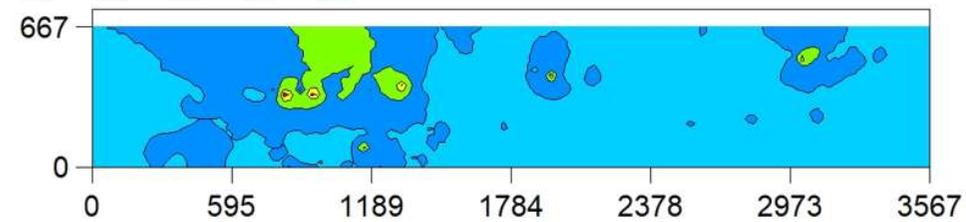
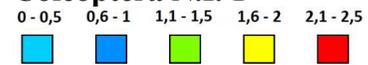
Tenebrionidae



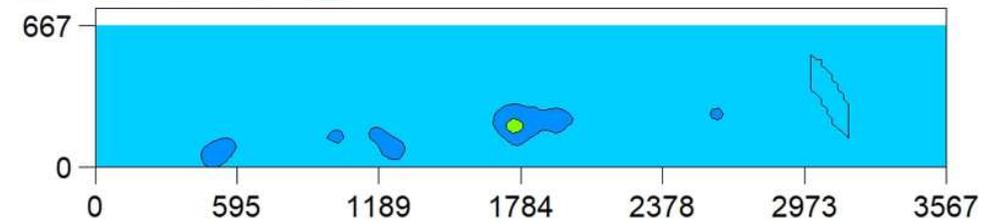
Anthicidae



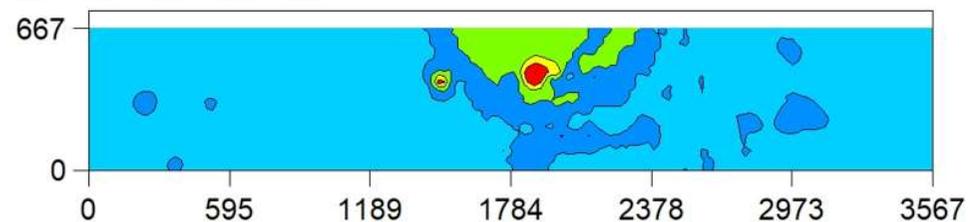
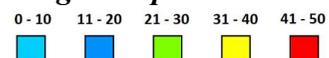
Coleoptera N.I. 1



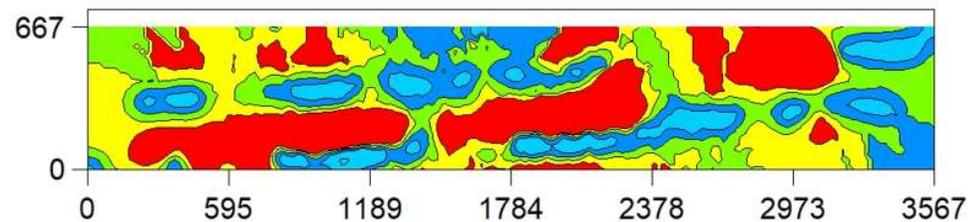
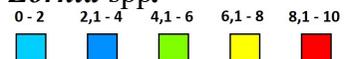
Cicadelidae



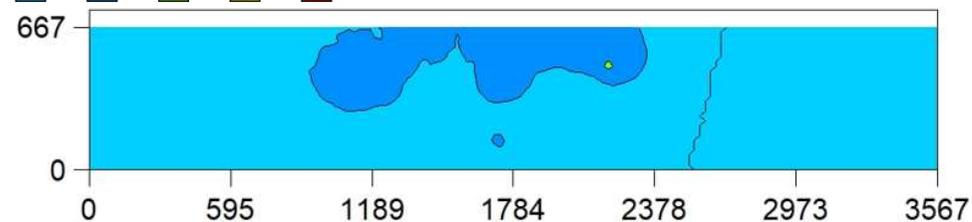
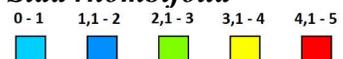
Eragrostis pilosa



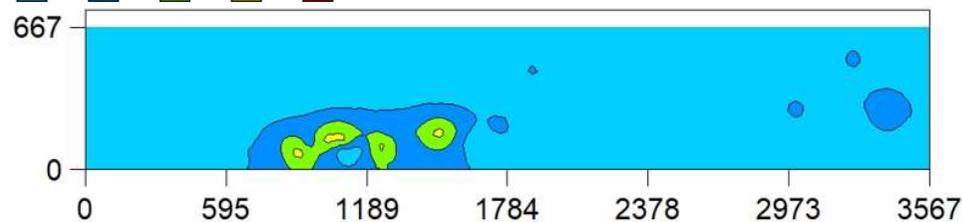
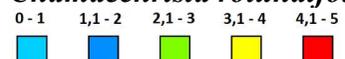
Zornia spp.



Sida rhombifolia



Chamaechrista rotundifolia



Andropogon spp.

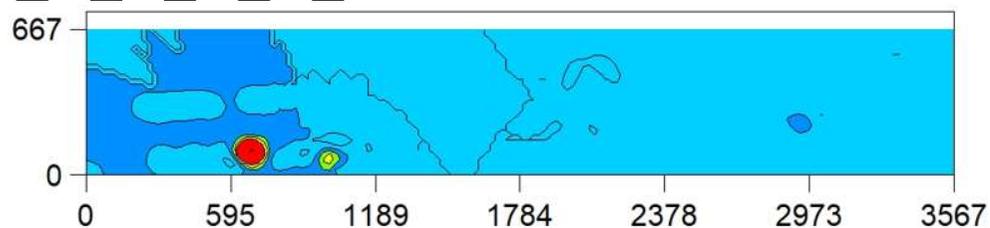
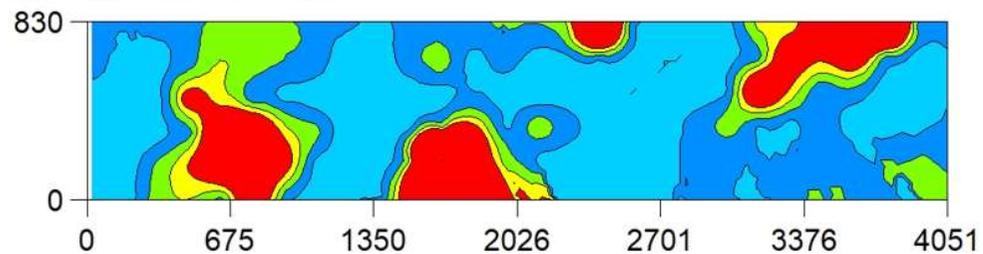
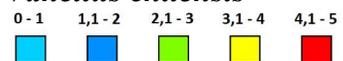
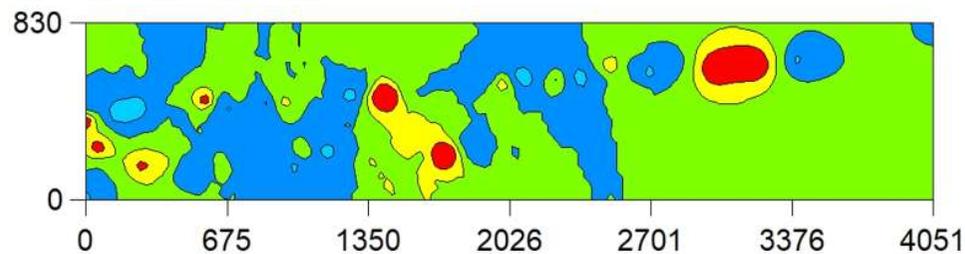
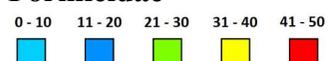


Figura ii. Mapas de distribuição dos organismos produzidas pelos modelos selecionados conforme tabela 4.

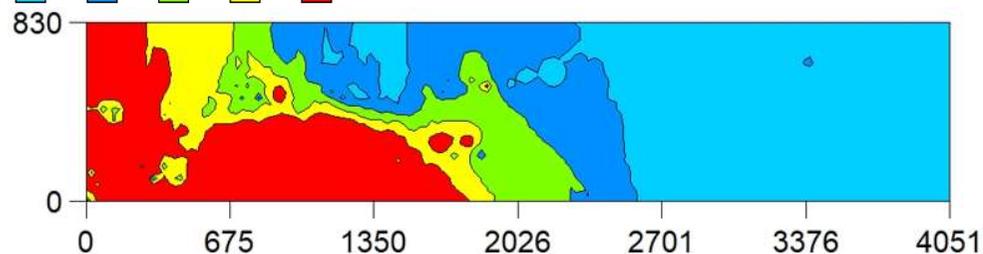
Vanellus chilensis



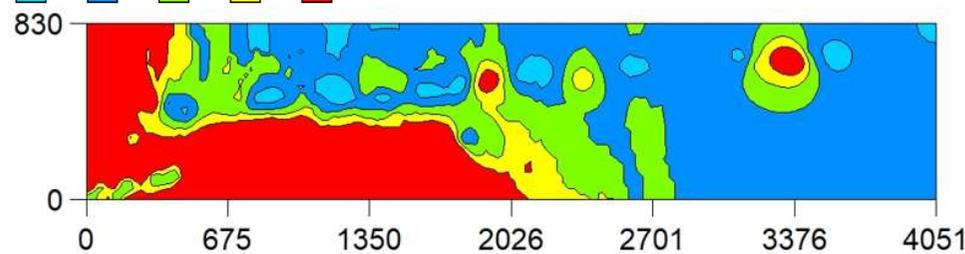
Formicidae



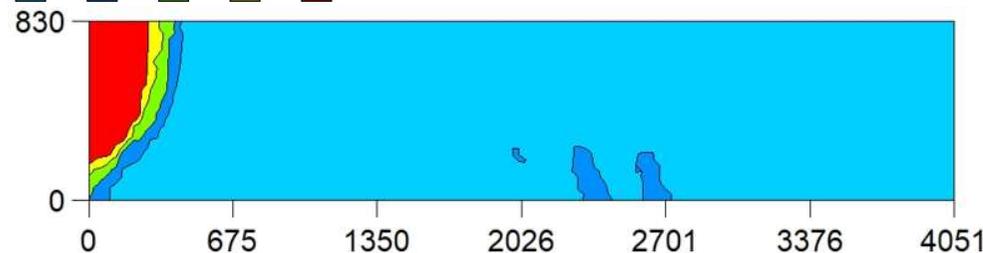
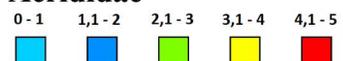
Cicadellidae



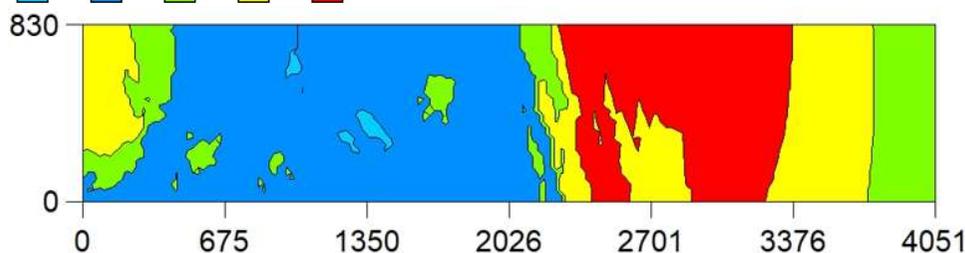
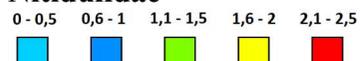
Curculionidae



Acrididae

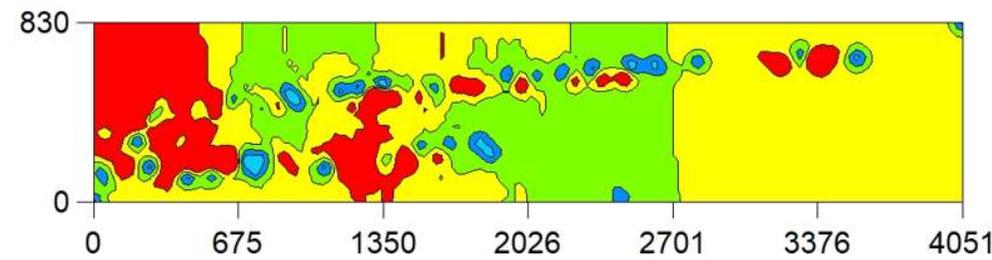


Nitidulidae



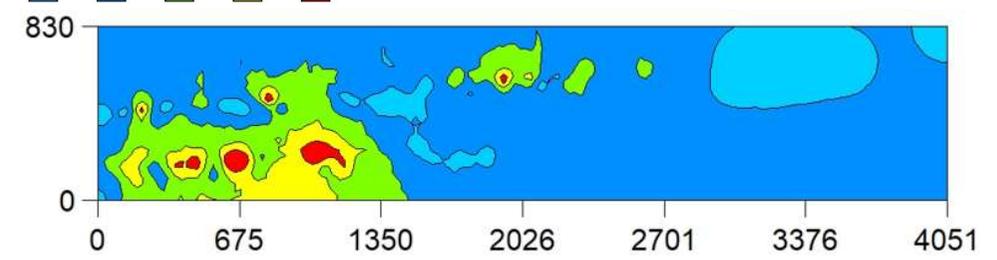
Zornia spp.

0-2 2,1-4 4,1-6 6,1-8 8,1-10



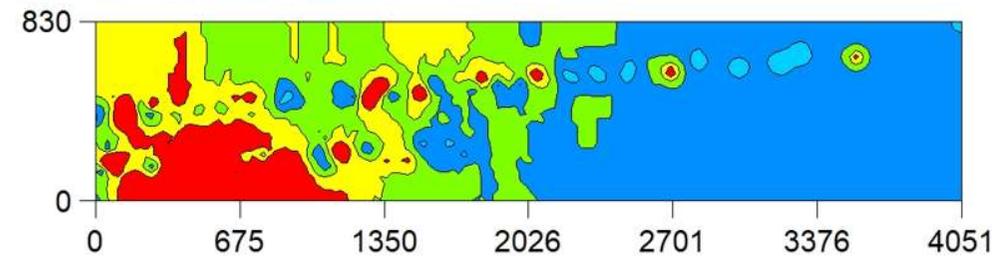
Eragrostis pilosa

0-10 11-20 21-30 31-40 41-50



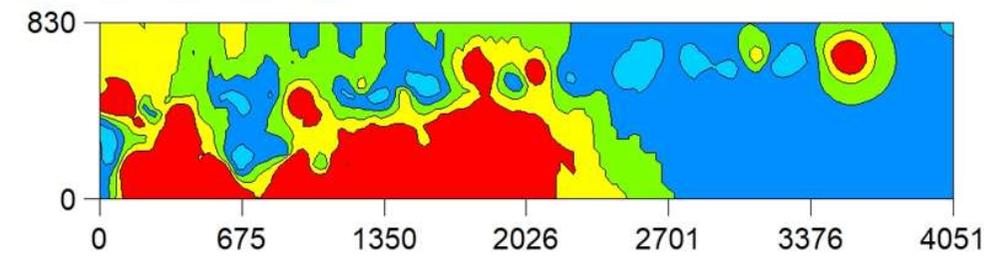
Pectis brevipedunculada

0-1 1,1-2 2,1-3 3,1-4 4,1-5



Sida rhombifolia

0-1 1,1-2 2,1-3 3,1-4 4,1-5



Chamaechrista rotundifolia

0-1 1,1-2 2,1-3 3,1-4 4,1-5

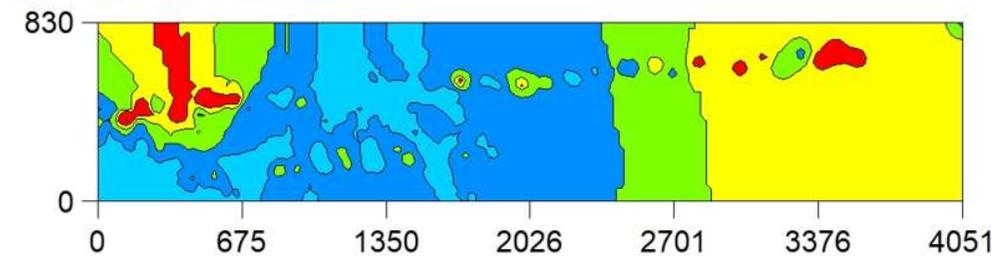
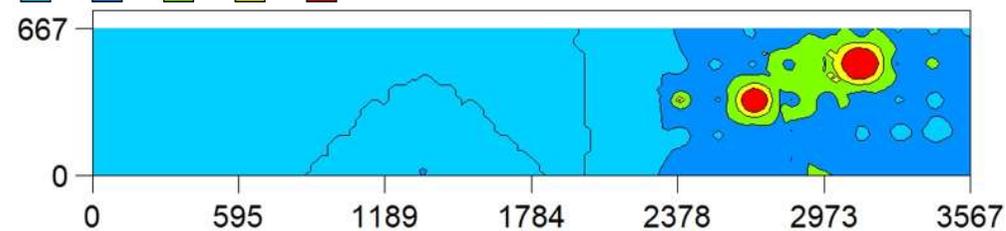
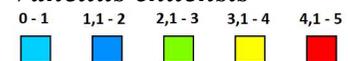
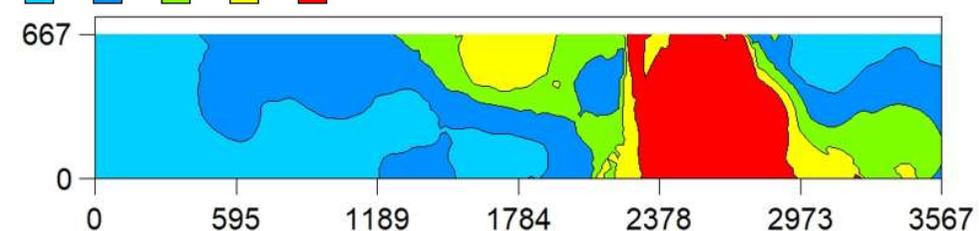


Figura iii. Mapas de distribuição dos organismos produzidas pelos modelos selecionados conforme tabela 5.

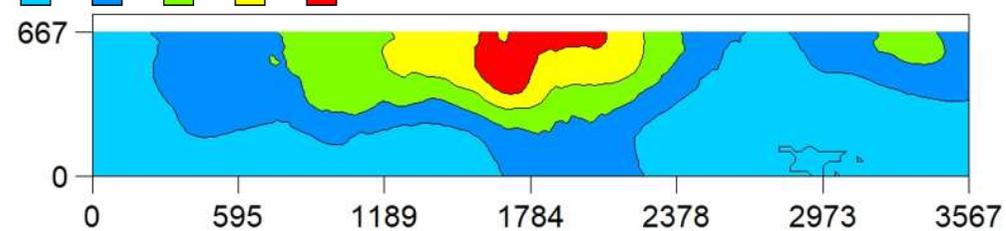
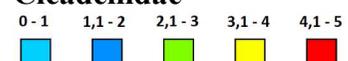
Vanellus chilensis



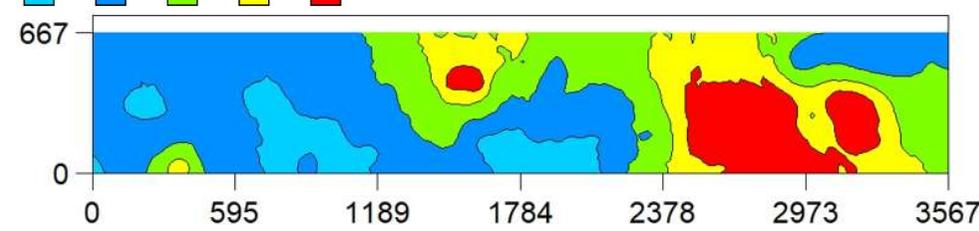
Formicidae



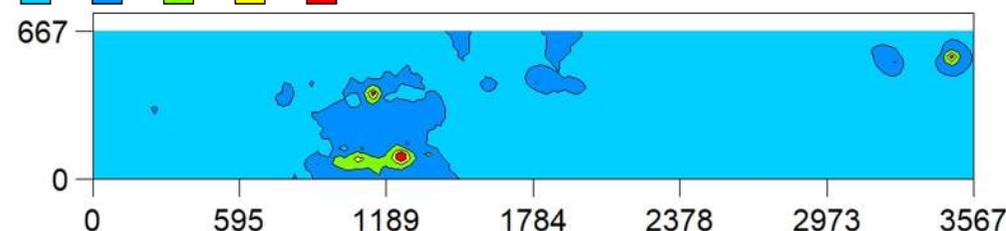
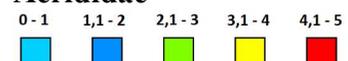
Cicadellidae



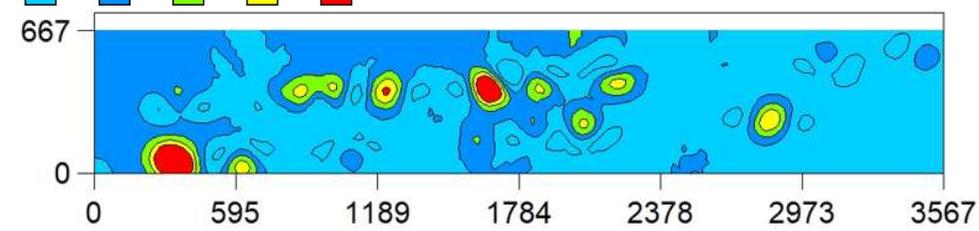
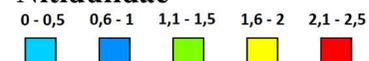
Curculionidae



Acrididae

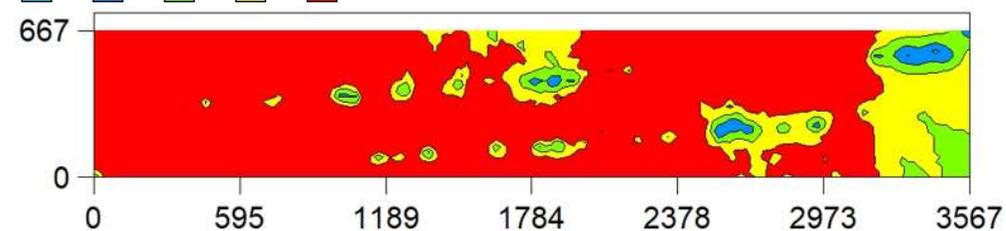


Nitidulidae



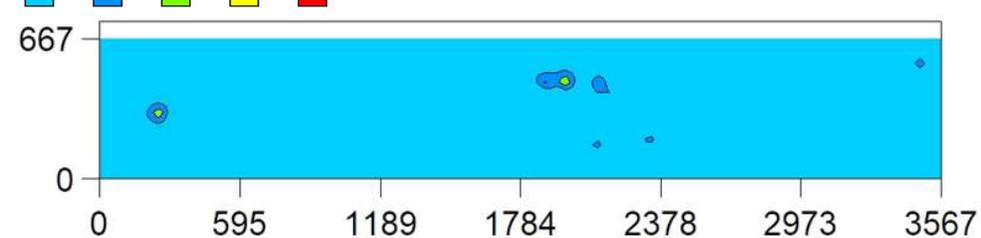
Zornia spp.

0-2 2,1-4 4,1-6 6,1-8 8,1-10



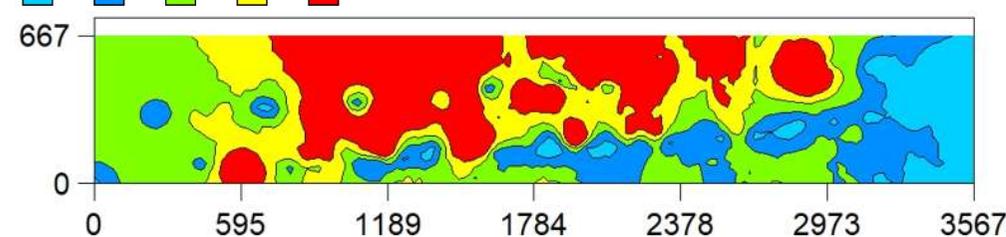
Eragrostis pilosa

0-10 11-20 21-30 31-40 41-50



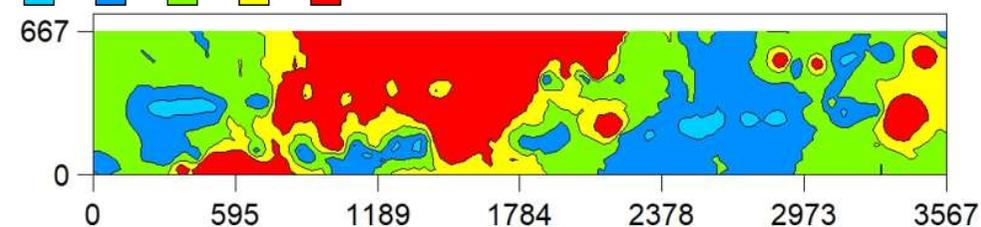
Pectis brevipedunculada

0-1 1,1-2 2,1-3 3,1-4 4,1-5



Sida rhombifolia

0-1 1,1-2 2,1-3 3,1-4 4,1-5



Chamaechrista rotundifolia

0-1 1,1-2 2,1-3 3,1-4 4,1-5

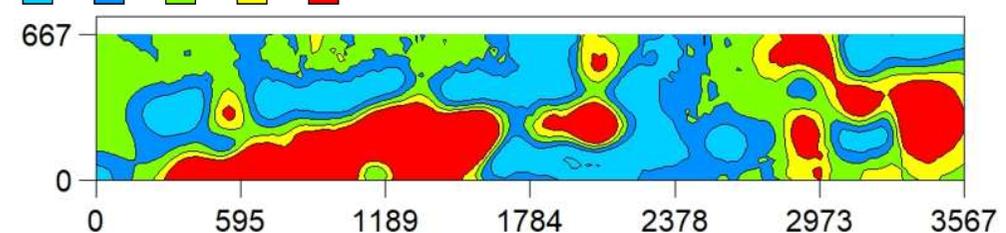


Figura iv. Mapas de distribuição dos organismos produzidas pelos melhores modelos selecionados conforme tabela 6.