

Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais - FCBA
Programa de Pós-Graduação em
Entomologia e Conservação da Biodiversidade - PPGECB

Os fragmentos florestais e a riqueza de insetos em um ecossistema amazônico: sua importância nos sistemas de agricultura familiar

The forest fragments and the insect richness in an Amazonian ecosystem and its role for family agriculture systems

Norma Aparecida de Oliveira Nobre

Dourados-MS
Julho/2020

Universidade Federal da Grande Dourados
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais
Programa de Pós-Graduação em
Entomologia e Conservação da Biodiversidade

Norma Aparecida de Oliveira Nobre

Os fragmentos florestais e a riqueza de insetos em um ecossistema amazônico: sua importância nos sistemas de agricultura familiar

Tese apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de DOUTORA EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE.
Área de Concentração: Biodiversidade e Conservação.

Orientador: Prof. Dr. Wedson Desidério Fernandes

Co-orientadores: Prof. Dr. Josué Raizer, Prof. Dr. Valter Vieira Alves Junior

Dourados-MS
Julho/2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

N754f Nobre, Norma Aparecida De Oliveira

Os fragmentos florestais e a riqueza de insetos em um ecossistema amazônico: sua importância nos sistemas de agricultura familiar [recurso eletrônico] / Norma Aparecida De Oliveira Nobre. -- 2020.

Arquivo em formato pdf.

Orientador: Wedson Desidério Fernandes. Co-orientadores: Josué Raizer, Valter Vieira Alves Junior.

Tese (Doutorado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) -Universidade Federal da Grande Dourados, 2020.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:
<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. composição de espécies. 2. diversidade de espécies. 3. diversidade funcional. 4. estrutura de comunidades. 5. remanescentes florestais. I. Fernandes, Wedson Desidério. II. Raizer, Josué. III. Alves Junior, Valter Vieira. IV. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

**"OS FRAGMENTOS FLORESTAIS E A RIQUEZA DE INSETOS EM UM ECOSISTEMA
AMAZÔNICO: SUA IMPORTÂNCIA NOS SISTEMAS DE AGRICULTURA FAMILIAR"**

Por

NORMA APARECIDA DE OLIVEIRA NOBRE

Tese apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD),
como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
DOUTORA EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE
Área de Concentração: Biodiversidade e Conservação



Dr. Wedson Desidério Fernandes
Orientador/Presidente – UFGD




Dr. Yzel Rondon Suárez
Membro Titular – UEMS



Dr.ª Viviana de Oliveira Torres
Membro Titular – UFGD



Dr.ª Ivana Fernandes da Silva
Membro Titular – UFGD



Dr. José Benedito Perrella Balestieri
Membro Titular – UFGD

Aprovada em: 24 de julho de 2020.

Biografia da Acadêmica

Eu, Norma Aparecida de Oliveira Nobre, nasci no município de Campo Mourão, Estado do Paraná – Brasil, no dia 29 de junho de 1967. Sou filha de Maria Armada de Oliveira (*in memoriam*) e Artur Américo de Oliveira, agricultores/lavradores. Iniciei o Ensino Fundamental em 1977 no Grupo Escolar Municipal João Pessoa, município de Araruna-PR concluindo-o na Escola Estadual Professor Léo Kohler, Terra Boa-PR. O Ensino Médio magistério foi realizado na Escola Estadual Logus II/Núcleo de Educação Permanente – NEP, no município de Colíder – MT em 1992. Sou professora do Ensino Fundamental da Rede Municipal em Colíder –MT desde 1991. Desde a minha adolescência sempre fui fascinada aos assuntos das Ciências e da Biologia. Assim, diante da sensibilidade e fragilidade dos seres vivos devido as mudanças provocadas nos ambientes naturais em função do modelo econômico predatório, dependente de insumos químicos e com os assuntos gerais voltados a natureza, não tive dúvidas quando da oportunidade em cursar nível superior. Em 1994 iniciei o Curso de Graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT, Campus Universitário do Vale do Teles Pires – Colíder-MT, concluindo-o em 1999 com o trabalho de Conclusão de Curso ‘O desmatamento na comunidade Santo Antônio na Gleba Jabuti, Colíder – MT: um estudo preliminar’ sob a orientação do Prof. Dr. Francisco de Assis Rabelo Junior. No ano 2000 ingressei no curso de especialização pelo Programa de Pós-graduação (*Lato sensu*) Desenvolvimento Regional Agroflorestal, Campus Universitário de Alta Floresta – Alta Floresta/MT. Em 2001 conclui a especialização com a defesa do Trabalho ‘Caracterização de alguns sistemas agroflorestais existentes na região de Colíder – MT’ sob a orientação do Prof. Rogério Eliseu Egewarth. Em 2006 iniciei o curso de mestrado (*Strictu Senso*) pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, também pela Universidade do Estado de Mato Grosso – Unemat,

Campus Universitário Jane Vanini, Cáceres/MT, concluindo-o com a pesquisa ‘Avaliação dos atributos físicos do solo em três sistemas de uso do solo e seus impactos na bacia hidrográfica do Rio Carapá em Colíder – MT’, orientada pelo Prof. Dr. Cassiano Garcia Roque. Essas etapas (graduação, especialização e mestrado) foram conciliadas a minha prática docente, criação e formação dos meus amados filhos. No ano de 2016, fui aprovada no processo seletivo de doutorado (*Strictu Senso*) pelo Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade (PPGECB), da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) em Dourados-MS, sob orientação do Prof. Dr. Wedson Desidério Fernandes. No ano de 2020 tive o privilégio de concluir mais uma etapa importante em minha vida pessoal e profissional com a defesa da tese ‘Os fragmentos florestais e a riqueza de insetos em um ecossistema amazônico: sua importância nos sistemas de agricultura familiar’.

Agradecimentos

À Deus e a Nossa Senhora Aparecida que sempre me providenciaram muita luz, direção, verdade e vida; pelo discernimento, tranquilidade, sabedoria perante os obstáculos e provas encontradas neste caminho, ajudando-me a não desanimar e por não permitir que eu percorresse os atalhos que a vida oferece.

Aos meus pais Artur Américo de Oliveira e Maria Armada de Oliveira (*in memoriam*), pela contribuição na formação do meu caráter, perseverança, direcionamento pessoal e profissional, pelos valiosos ensinamentos, encorajamento sem o qual minha vida teria tomado outro rumo.

Ao meu orientador Prof. Dr. Wedson Desidério Fernandes por acreditar em mim com sua fortaleza, competência, sabedoria nas palavras ditas e escritas, direcionamentos e ensinamentos transmitidos, sabedoria e paciência nas sugestões, correções, discernimento crítico em dizer ‘não está bom’, pela valiosa orientação, devo a realização deste estudo.

Aos meus Co-orientadores Prof. Dr. Valter Vieira Alves Junior (dois palitos) pelo apoio mediado por seus conhecimentos, ensinamentos, pela serenidade nas críticas construtivas, sugestões de melhorias, pela tranquilidade ao me auxiliar. E ao Prof. Dr. Josué Raizer por despender seu valiosíssimo tempo na realização das análises estatísticas, por ter me proporcionado direção, apoio e conhecimentos na realização deste estudo.

Aos meus irmãos Landri Moura José de Oliveira, Saulo Dorneles de Oliveira, Anderson Pereira de Oliveira e irmãs Magna Conceição Pavezzi, Maria Dorotéia de Oliveira e Nicéia Pereira de Oliveira que sempre me motivaram para a importância de estudar, mesmo não tendo eles/elas a mesma oportunidade e entenderam a minha ausência no contexto familiar.

À Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) - Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA) pela oportunidade proporcionada para realização deste trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade da Universidade Federal da Grande Dourados, pela oportunidade concedida para a realização do curso, infraestrutura e apoio.

À Prefeitura Municipal de Colíder – MT pela concessão do afastamento para qualificação profissional.

À Associação dos Produtores Hortifrutigranjeiros de Colíder (APHFCOL) pela parceria na escolha das propriedades amostradas.

À Empresa Mato-grossense de Pesquisa Assistência e Extensão Rural (Empaer), unidade de Colíder pelo apoio logístico e profissional.

Aos professores Dr. Wedson Desiderio Fernandes, Dr. William Fernando Antonialli-Junior, Dr^a. Ivana Fernandes da Silva, Dr^a. Magda Freitas Fernandes pela participação, contribuições e sugestões na Banca de Qualificação.

Aos membros titulares da banca examinadora (defesa final), prof. Dr. Wedson Desidério Fernandes, prof. Dr. Yzel Rondon Suárez, prof.^a Dr^a Viviana de Oliveira Torres, prof.^a. Dr^a Ivana Fernandes da Silva, prof. Dr. José Benedito Perrella Balestieri pela participação, considerações, sugestões e críticas para melhoria deste estudo. E aos membros suplentes prof.^a Dr^a Nayara Carvalho, prof. Dr. William Fernando Antonialli-Junior pela prontidão em aceitar o convite.

À minha amiga professora Dr^a. Ivana Fernandes da Silva por me acolher em sua casa, pelas altas e longas conversas, pelos ensinamentos proporcionados não só acadêmicos, mas para a vida.

Aos professores que ministraram aulas no PPGECB Dr. Wedson Desiderio Fernandes, Dr^a. Elizangela de Souza Loureiro, Dr. Josué Raizer, Dr. Manoel Araújo Uchoa Fernandes, Dr. Valter Alves Vieira Junior, Dr. Fabricio Fagundes Pereira, Dr. Marcos Gino Fernandes, Dr. Fabio de Oliveira Roque, Dr. Crébio José Ávila, Dr^a. Julia Calhau, Dr. Ricardo Kawada, Dr^a. Lívia Coelho, Dr^a. Adelita Maria Linzmeier, Dr. Rogério Silvestre, Dr^a. Vanusa Rodrigues Horas pela transmissão dos conhecimentos durante as aulas ministradas e atividades complementares sugeridas.

Aos pesquisadores Dr. Bhrenno Maykon Trad pela identificação de himenópteros da família Vespidae e de diversas outras famílias desta ordem, Dr^a. Adelita Maria Linzmeier pela identificação dos insetos da Ordem Coleoptera, Dr. Bruno Cancian de Araújo pela identificação dos himenópteros Chalcididae, Dr. Flávio Gato Cucolo pela identificação dos himenópteros Apidae e Halictidae, doutorando do PPGECB Gustavo Henrique Machado dos Santos pela identificação dos espécimes de formicídeos, Dr^a. Angélica Penteado-Dias pela identificação dos espécimes de ichneumonídeos e braconídeos, Dr. Manoel Araújo Uchoa Fernandes pela identificação de indivíduos de algumas famílias de Diptera e alguns de Lepidoptera, Camila Fernandes Conti (Técnica do Museu de Zoologia da USP) pela identificação de algumas famílias de Diptera, Fábio Henrique Carrocini (Agrônomo, Empaer-MT) pela identificação de lepidópteros “pragas” e famílias de hemípteros.

Agradeço aos funcionários do PPGECEB, da Universidade Federal da Grande Dourados em especial aos secretários Vítor Cunha Gomes Sfeir, Rosiane de Souza Silva e Felipe D'Apolito pelos atendimentos e auxílios administrativos.

Ao Dr. Vinicius de Oliveira Barbosa pela amizade e pelas valiosas dicas de escrita formatação desta tese.

À minha amiga Bruna Mandrik Cavalheiro que também me acolheu em sua casa, permitindo assim que essa importante etapa fosse concluída.

À minha amiga-irmã, prof.^a Dr^a Maria Ivonete de Sousa por sua amizade, pelo compartilhamento constante de conhecimentos, incentivo, apoio, doação de alimentos hortifrutifrutis agroecológicos, deixados no portão de minha casa para não me desconcentrar nessa empreitada.

À minha amiga Juliana Machado pela confiança, incentivos e perseverança a mim transmitidos.

Ao meu amigo Roberto Erd pela amizade e por torcer sempre pelas minhas conquistas.

À minha amiga Vilma Barbosa de Oliveira pela força, amizade, atenção, apoio logístico na cedência do espaço físico das dependências do Polo de Apoio Presencial Uab-Colider.

Ao colega prof. Dr. Marcelo Leandro Holzchunh pelo apoio na cedência do espaço físico do Laboratório de Biologia da Universidade do Estado de Mato Grosso-Unemat.

Aos meus colegas de turma Ana Carla Coelho Morais, Marizete Cavalcante de Souza Oliveira, João Batista Coelho Sobrinho, Pamela Mingotti Dias, Vinicius de Oliveira Barbosa, Francisco Carlos Colette, Luciano Brasil Martins de Almeida, Juliano Rosa do Nascimento, Tarcila Rech, Anderson José da Silva Magalhães, Luana, Leichweis Vieira, Jessica Quéren Alves de Lima, Fabiane Cossari de Oliveira, Thaís Araújo Correa, pela amizade, companhia e momentos de descontração compartilhados durante o curso.

As dez famílias agricultoras de Antônio da Rocha, Noeli Dorigan Werli, Ercínio Candido, João Carlos Gollo, João Ferreira de Castro, José Antônio Alexandre, José Augusto dos Santos, Juscelino Ferreira de Castro, Marcos Sussai e Eliana Revoredo pela acolhida e por ter disponibilizado suas propriedades para a instalação das armadilhas, pela atenção e auxílio na coleta de insetos.

Muito Obrigada!

Dedicatória

*Aos meus filhos Luan e Adler,
pelo amor incondicional.*

*A minha mãe, Maria Armada de Oliveira (in memoriam),
pelo amor mediado em suas lembranças.*

*À minha irmã, Léia Divina de Oliveira (in memoriam),
pelas oportunidades não vividas.*

*"Ninguém ignora tudo,
Ninguém sabe tudo,
Todos nós sabemos alguma coisa,
Todos nós ignoramos alguma coisa,
Por isso aprendemos sempre". - Paulo Freire-*

Formatação – Citações e referências bibliográficas

A formatação geral da Tese está baseada no arquivo modelo de estruturação Dissertação/TESE do Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade – PPGECB da Universidade Federal da Grande Dourados/UFGD.

As citações ao longo do texto e referências bibliográficas seguem o periódico *Journal of Insect Conservation*.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	xiv
RESUMO GERAL	01
GENERAL ABSTRACT	03
INTRODUÇÃO GERAL	05
OBJETIVOS	08
Objetivo Geral	08
Objetivos Específicos	08
CAPÍTULO I – Um modelo de agricultura de base familiar tem potencial para reverter a atual crise de extinção em massa dos insetos	09
1. A expansão e a intensificação da agricultura simplificam a comunidade de insetos	10
2. Fragmentos florestais e sua contribuição na biodiversidade de insetos	12
3. Fragmentação da floresta na Amazônia brasileira	14
REFERÊNCIAS	17
CAPÍTULO II – A distância das lavouras aos remanescentes florestais simplifica as assembleias de insetos nos ambientes da agricultura familiar!	27
Resumo	28
Abstract	29
Introdução	30

Material e Métodos	32
Resultados	36
Discussão	41
Referências	46
CAPÍTULO III – A distância dos remanescentes naturais influencia a diversidade de insetos em ambientes de agricultura familiar!	56
Resumo	57
Abstract	58
Introdução	59
Material e Métodos	61
Resultados	63
Discussão	66
Referências	71
CONSIDERAÇÕES FINAIS	82
ANEXOS (Material suplementar)	84

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO II – A distância das lavouras aos remanescentes florestais simplifica as assembleias de insetos nos ambientes da agricultura familiar!

- Figura 1.** Área de estudo da comunidade de insetos em cultivos da agricultura familiar na região de Colíder, Mato Grosso, Brasil. Ao centro, a área urbana do município. A vegetação mais clara, no entorno da área urbana compreende a paisagem dominada pela atividade agrária e as escuras, a vegetação florestal (fragmentos e Mata Ciliar). Os círculos (cor amarela) representam os cultivos amostrados, sendo que sua dimensão está relacionada ao tamanho das amostras por localidade. 34
- Figura 2.** Fragmento parcial em um dos locais de cultivo de produção familiar mostrando as culturas diversificadas e a armadilha do tipo Malaise, instalada no interior do cultivo para interceptação de voo de insetos vindos de diferentes direções. 35
- Figura 3.** Em (a), resumo da estrutura funcional e taxonômica da comunidade de insetos em cultivos da agricultura familiar em 10 áreas na região norte do Estado de Mato Grosso, Brasil. Distribuição da proporção de indivíduos e espécies por guilda alimentar (a categoria “Stratiomyidae” corresponde aos dípteros que podem ser detritívoros e polinizadores). Em (b), distribuição do número espécies de insetos não coloniais por categorias de abundância e indicação dessa classificação (linhas tracejadas) *sensu* Cowell (2013). 37
- Figura 4.** Em (a), distribuição de abundâncias das espécies de insetos não coloniais muito comuns (> 70 indivíduos). Em (b), distribuição do número de espécies pelas frequências de ocorrência incluindo espécies coloniais e não coloniais. A maioria das espécies (~ 82%) ocorreu apenas uma vez (linha tracejada vertical), enquanto apenas algumas espécies (~ 1 %) ocorreram com frequências maiores do que 10 vezes (linha tracejada horizontal). 38

Figura 5. Em (a), distribuição do número de espécies que ocorreram entre 2 e 14 semanas. A curva indica o ajuste exponencial decrescente obtido por iteração do número de espécies em função do número de semanas. A equação representa a forma algébrica dessa curva. Em (b), distribuição do número de espécies que ocorreram em até 10 locais de coleta. A curva indica o ajuste exponencial decrescente obtido por iteração do número de espécies em função do número de locais em que essas espécies ocorreram. A equação representa a forma algébrica dessa curva. 39

Figura 6. Em (a), representatividade da comunidade de insetos em cada um de 10 cultivos da agricultura familiar. A linha tracejada em preto indica a porcentagem média e as em cinza o intervalo aproximado entre os primeiros e terceiros quartis dessas porcentagens (50% dos locais com porcentagens mais próximas à média). Em (b), rarefação de espécies de insetos em cultivos da agricultura de produção familiar. As linhas horizontais representam intervalos de confiança de 95% (dois erros padrões ao redor da média) do número médio de espécies em amostras de 530 indivíduos, enquanto as linhas tracejadas na vertical indicam o número rarefeito de espécies (em preto) em todos os locais e seu intervalo de confiança de 95% (em cinza) para amostras de 530 insetos. 40

CAPÍTULO III – A distância dos remanescentes naturais influencia a diversidade de insetos em ambientes de agricultura familiar!

Figura 1. Instalação da armadilha Malaise em uma área de cultivo de produção familiar no município de Colíder – MT, Brasil. 62

Figura 2. Número das espécies amostrados em 10 áreas de cultivos de produção familiar, sendo cinco mais próximas (180 a 250 m) e cinco mais distantes (700 a 900m) ao fragmento florestal mais próximo. As linhas verticais indicam o intervalo de confiança de 95% do número médio de espécies (intervalo de dois erros padrões ao redor da 64

média).

Figura 3. Em (a), distribuições dos resíduos parciais do número de espécies em uma análise de variância para os efeitos da distância ao fragmento mais próximo (a). Em (b), distribuições dos resíduos parciais do número de espécies por semana durante o período amostrado. As linhas tracejadas horizontais indicam efeito nulo (resíduo parcial = 0) sobre a variável resposta (número de espécies). Sendo assim, medianas do número de espécies (linhas horizontais dentro de cada caixa que representam 50% das observações) acima da linha tracejada foram positivamente afetadas pelo fator (maior número de espécies) e aquelas abaixo negativamente (menor número de espécies). 65

Figura 4. Ordenação de 140 observações da comunidade de insetos por análise não métrica de escalas multidimensionais (NMDS) em duas dimensões ($R^2 = 0,678$). A posição do nome das (morfo) espécies indica a correlação dessas com o plano da ordenação. O tamanho dos pontos é diretamente proporcional ao número de semanas desde a primeira observação. Pontos preenchidos indicam locais mais próximos a fragmentos florestais (180 - 250 m) e pontos vazios locais mais distantes (700 - 900 m). Note que poucas espécies parecem ocorrer exclusivamente nas observações em cultivos distantes de fragmentos florestais (pontos vazios) e somente nas primeiras semanas (pontos menores). 66

NOBRE, N. A. O. **‘Os fragmentos florestais e a riqueza de insetos em um ecossistema amazônico: sua importância nos sistemas de agricultura familiar’**. Tese (Doutorado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade). Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS, Jul. 2020, 102p. Orientador: Prof. Dr. Wedson Desidério Fernandes. Co-orientadores: Prof. Dr. Josué Raizer e Prof. Dr. Valter Vieira Alves Junior.

RESUMO GERAL

Uma das principais causas da perda mundial em biodiversidade é a atividade agrária. A agricultura modifica paisagens naturais devido à perda e fragmentação de habitats. Entretanto, barrar a expansão e a intensificação da atividade nos ecossistemas terrestres, com o objetivo de proteger a biodiversidade é pouco provável. De fato, é desafiador produzir alimentos e outros bens de consumo para atender uma população que cresce exponencialmente minimizando os impactos negativos sobre a biodiversidade. O uso de terras aráveis para atender a demanda de consumo por alimentos e outros bens à população substituiu grandes extensões de áreas antes cobertas por vegetação nativa. A ocupação de terras está gerando uma crise ambiental sem precedentes, devido à perda da biodiversidade global, incluindo o desaparecimento dos insetos. A acelerada redução de algumas espécies de insetos no mundo inteiro parece estar desconectada do bem estar humano, por isso as consequências negativas para a humanidade em função da diminuição de insetos podem ser cruciais nas próximas décadas. As evidências reais não são nada otimistas, os meios de subsistência humana como a produção de alimentos e outras formas imediatistas para atender a economia estão sob séria ameaça em função da depredação da diversidade biológica. Neste contexto, a agricultura de produção familiar pode ser uma alternativa sustentável para a conservação de espécies, uma vez que a atividade ocupa áreas menores, diversifica as culturas, utiliza menos insumos químicos, se apropria de pouca ou nenhuma tecnologia, o gerenciamento é exclusivamente familiar, entre outros aspectos. Além disso, por possuir ‘laços’ aproximados com os ambientes naturais, essa prática de agricultura costuma ser menos danosa, quando comparada à agricultura moderna. Neste sentido, apontar alternativas de mudança de paradigma da produção em larga escala, como monoculturas extensivas, para uma produção em pequena escala a partir do modelo de cultivos familiares, parece combinar as funções econômicas, sociais, culturais e ecológicas. Diante do exposto, esta tese caracteriza a comunidade de

insetos em cultivos da agricultura familiar e sua relação com a distância dos fragmentos de mata no entorno. Para isso, verificamos o padrão de riqueza e abundância de insetos em áreas de culturas agrícolas de produção, sua relação com a variação temporal durante um ciclo de culturas temporárias. Verificamos também se a distância aos fragmentos de floresta interfere na riqueza de insetos nos sistemas de agricultura familiar. Realizamos o estudo utilizando a armadilha Malaise em dez áreas de produção familiar, no município de Colíder, Mato Grosso, Brasil. Coletamos 140 amostras, 14 por local, cada uma com 7 dias de exposição em campo. Classificamos a distância entre o cultivo e o fragmento em duas categorias, sendo 200m (próximo) e 700m (distante). Dividimos a pesquisa em três capítulos, como uma forma de expandir o conhecimento da importância da vegetação natural, bem como a diversificação das culturas nos sistemas agrícolas. Para resumir a informação existente acerca da redução de insetos, da fragmentação de habitats, seus efeitos positivos para os ambientes cultivados, apresentamos no **capítulo I**, a abordagem estudada através da revisão de literatura. No **capítulo II**, caracterizamos a comunidade de insetos com domínio de espécies raras, ocasionais (singletons e doubletons). Verificamos que metade dessa comunidade é um conjunto pouco diversificado de herbívoros com grandes populações. A outra metade é mais diversificada, composta principalmente por predadores, parasitoides e polinizadores em populações menores. Um Pieridae, não colonial, espécie não determinada e *Labidus praedator* (Formicidae: Hymenoptera), colonial foram as mais frequentes ocorrendo em 132 observações (94% da amostragem). No **capítulo III**, a distância às áreas de vegetação nativa mostrou que insetos em ambientes agrícolas dependem desses fragmentos de mata. No entanto, independentemente da composição das espécies e da distância do remanescente, o número de espécies diminuiu ao longo do tempo, mostrando que o ciclo das culturas agrícolas influencia a riqueza e a abundância de insetos nos ambientes agrícolas.

Palavras-chave: Composição de espécies, diversidade de espécies, diversidade funcional, estrutura de comunidades.

GENERAL ABSTRACT

One of the main causes of the worldwide loss in biodiversity is agrarian activity. Agriculture changes natural landscapes due to habitat loss and fragmentation. However, barring the expansion and intensification of activity in terrestrial ecosystems, with the aim of protecting biodiversity is unlikely. In fact, it is challenging to produce food and other consumer goods to serve an exponentially growing population without negative impacts on biodiversity. The use of arable land to answer the demand for consumption of food and other goods, due to population growth, make up most of the cultivated landscape. Land occupation is creating an environmental crisis due to the loss of global biodiversity, including the disappearance of insects. However, the accelerated reduction of insects worldwide seems to be disconnected from human well-being, so the negative consequences for humanity can be crucial. In this context, family-run agriculture can be a viable and sustainable alternative for species conservation. The activity occupies smaller areas, diversifies cultures, uses few external inputs, little or no technology and management is done by the family, among other aspects. Moreover, due to the fact of having 'close ties' to natural environments, it is usually more sustainable when compared to modern agriculture. However, the actual evidence does not seem so optimistic. Human livelihoods such as food production and other immediate ways to serve the economy are under serious threat due to the depredation of the biological diversity of insects. Pointing out the need to change the paradigm of large-scale production, such as extensive monocultures, to small-scale production based on the family farming model, seems to combine economic, social, cultural, and ecological functions. This thesis characterizes the insect community in family farming crops and its relationship with the distance from forest fragments in the surroundings. For that, we verified the pattern of richness and abundance of insects in areas of agricultural production crops, their relationship with the temporal variation during a cycle of temporary crops. We also checked whether the distance to forest fragments interferes with the wealth of insects in family farming systems. We conducted the study using the Malaise trap in ten areas of family production, in Colíder, Mato Grosso, Brazil. We collected 140 samples, 14 per location, 7 days of exposure in the field. We classified the distance between the crop and the fragment in two categories, being 200m (close) and 700m (distant). We divided the research into three chapters, to expand the knowledge of the importance of natural vegetation, as well as the diversification of cultures in agricultural systems. To summarize the existing information about insect reduction, habitat fragmentation, its positive effects on cultivated environments, we present in **chapter I**, the approach studied

through the literature review. In **chapter II**, we characterize the insect community with dominance of rare, occasional species (singletons and doubletons). We verified that half of this community is in a little diversified group of herbivores with large populations. The other half is more diverse, composed mainly of predators, parasitoids, and pollinators in smaller populations. Two species, one non-colonial (Pieridae), undetermined, and another colonial (*Labidus praedator*, Formicidae, Hymenoptera), were the most frequent, occurring in 132 observations (94% of the sample). In **chapter III**, the distance to forested areas showed that insects in agricultural environments depend on these fragments of forest. However, regardless of species composition and distance from the remnant, the number of species has decreased over time, showing that the cycle of agricultural crops determines the richness and abundance of insects in agricultural environments.

Key words: Species composition, species diversity, functional diversity, community structure.

INTRODUÇÃO GERAL

Entre as diversas causas da modificação de paisagens naturais, a agricultura tem sido relatada em todo o mundo como a principal atividade que provoca a perda e fragmentação de habitats, com conseqüente redução de biodiversidade. Notadamente, a intensificação das terras aráveis continua reduzindo as florestas contínuas intactas, o tamanho e o número dos fragmentos em todos os continentes. Conseqüentemente, a diminuição de florestas nativas submete as espécies ao confinamento em áreas protegidas e em fragmentos florestais esparsos em meio a matriz agrícola (Häkkinen et al. 2017)¹.

No Brasil, a atividade agropecuária substituiu extensas áreas de florestas naturais contínuas, fragmentando-as. A atividade continua avançando e intensificando-se em áreas já abertas, especialmente em regiões cobertas pela Floresta Amazônica (Ellwanger et al. 2020), carregando consigo um modelo dependente de agroquímicos (Schiesari et al. 2013), prejudicial para muitas das espécies de insetos, cruciais a atividade agrícola, como os polinizadores (Aizen et al. 2009).

Na região Amazônica, os estabelecimentos produtivos de agricultura de base familiar são caracterizados como sistema tradicional, de baixa intensidade, sendo o modelo conhecido como “sistema corte e queima” com o uso da terra por 1 a 2 anos (Schmitz 2007). Entretanto, a prática de roçar, plantar e abandonar a terra, em um modelo itinerante cede cada vez mais espaço a concentração de terras para grandes latifúndios (Picoli 2005). As famílias agricultoras, possuidoras de áreas menores, resistentes ao modelo econômico de produção, se mantêm na região desenvolvendo uma agricultura de produção de alimentos diversificada para o autoconsumo e comercialização do excedente. Essa atividade configura-se em empreendimentos de baixa produção, porém é a base de geração de renda das famílias que vivem no campo.

Embora a maioria dos estabelecimentos de agricultura familiar na região sejam de manejo convencional, as famílias agricultoras podem ser a força principal na conservação da biodiversidade por sua maior conexão com a natureza (Boef et al. 2007). Essas famílias costumam manejar as espécies vegetais em forma de policultivos, utilizam menos insumos químicos, dispõem de pouco investimento tecnológico, por isso as práticas agrícolas são menos danosas aos ambientes naturais no seu entorno. Além disso, nas áreas de agricultura familiar, por serem menores, a tendência é uma maior aproximação entre os remanescentes naturais,

aspecto que favorece a ocorrência de insetos nesses ambientes agrícolas. Essas áreas geralmente são consideradas ‘impróprias’ para o desenvolvimento de grandes empreendimentos agropecuários devido ao relevo irregular, aspecto que dificulta a movimentação de maquinários no processo de mecanização.

No norte do Estado de Mato Grosso, região de transição entre o Cerrado e a Floresta Amazônica, o uso das terras aráveis para o desenvolvimento de atividades agropecuárias segue o mesmo modelo de agricultura convencional. A expansão e a ampliação do tamanho das áreas, somadas a "limpeza" das terras destinadas às atividades agropecuárias resultaram na simplificação da paisagem, restando da floresta apenas remanescentes esparsos em meio ao mosaico agrícola/pecuária (Nepstad et al. 2014). As milhares de famílias que se instalaram durante o processo colonizatório na década de 1970, oriundas em sua maioria de camadas mais pobres, despossuídos de terra nos estados brasileiros do Sul, não receberam orientações, muito menos assistência técnica para conciliar a prática de produção de alimentos em conformidade com os atributos biológicos da floresta (Picoli 2005).

E foi nessa mesma década (1970), juntamente com essa onda migratória que surgiu o município de Colíder – MT, local de desenvolvimento de nossa pesquisa. Esse município, assim como a maioria dos municípios do norte mato-grossense teve o início de sua colonização dependente de atividades como a extração madeireira, garimpo, agricultura e pecuária (Cunha 2006). Recentemente essa região vem sendo substituída pela agricultura mecanizada naquelas áreas consideradas mais apropriadas, planas e por estarem mais bem localizadas (com acesso a vias de escoamento). Por outro lado, os ambientes de produção familiar, de manejo convencional (com culturas do tipo hortifruti diversificadas), se resumem em pequenos espaços em propriedades rurais de tamanho menor em localidades de topografia imprópria a mecanização.

Apesar de convencionais, a diversificações de culturas nos ambientes de produção familiar podem ser importantes na manutenção de uma diversidade de insetos, organismos essenciais aos cultivos. No entanto, a cada ciclo de culturas, os agricultores são desafiados pela comunidade de insetos visitantes às espécies vegetais cultivadas nas diferentes fases do desenvolvimento da planta. Para as famílias a movimentação de diferentes tipos de insetos caracteriza-se como uma ameaça às culturas. O que essas famílias pouco sabem é que esses organismos são fundamentais às cadeias vitais tanto no ambiente natural, como no agrícola devido aos diversos benefícios fornecidos às plantas, como por exemplo, a polinização e o

biocontrole (Weisser e Siemann 2008). Com o quadro atual de desflorestamento da região, a maioria desses cultivos encontra-se instalados a céu aberto, ilhados em meio à matriz da paisagem composta por pastagem, uma estratégia comum, empregada pelos agricultores (senso comum) para proteger ou afastar as culturas contra o ataque de insetos. Outros, estão adjacentes ou próximos a remanescentes florestais, principalmente de matas ciliares, devido à proximidade com a fonte hídrica.

A partir dessas informações nos preocupamos em conhecer a comunidade de insetos nos ambientes de produção agrícola familiar, assim como a contribuição dos remanescentes florestais na composição de espécies. Além disso, nossa estratégia permeia a compreensão da importância dos fragmentos próximos às matrizes agrícolas como sendo um aspecto importante na conservação de biodiversidade na região, considerando que as florestas são locais importantes para abrigo, reprodução, alimentação, entre outros processos biológicos da comunidade de insetos. Nos ambientes agrícolas, a diversidade de insetos é fundamental para a produção de alimentos. Os processos como a polinização, controle biológico natural, herbivoria, ciclagem de nutrientes, decomposição da matéria orgânica, melhorias do solo, entre outros são serviços fornecidos pelos insetos, essenciais as culturas, gratuitas ao ser humano (Losey e Vaughan 2006).

Uma baixa riqueza de insetos e, conseqüentemente menor diversidade no ambiente, provocaria uma alteração nos modelos populacionais interferindo na dinâmica das guildas funcionais. Isso pode provocar um aumento na população de insetos considerados pragas, principalmente devido à escassez de agentes de controle natural como os predadores e parasitoides, o que poderia diminuir a produção, além da perda de qualidade, elevando os preços e impactando as populações, especialmente as mais empobrecidas. Essas alterações nos processos ecológicos promovidos pelos insetos, somados a outros estressores invasivos de origem humana, refletem uma situação generalizada de perda de biodiversidade (Alroy 2017; Barlow et al. 2018; Zabel et al. 2019). Neste sentido, as famílias que vivem em lugares particularmente afetados pelo desflorestamento poderão enfrentar danos ainda maiores com o empobrecimento da agricultura com poucos insetos em função de seus meios de subsistência dependerem fortemente da atividade desses organismos.

¹As referências bibliográficas desta introdução estão inseridas juntamente às do Cap. I.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

Entender como se estrutura a comunidade de insetos em ambientes agrícolas de produção familiar em uma região de domínio de Floresta Amazônica.

Objetivos Específicos

Objetivo Geral

Entender como se estrutura a comunidade de insetos em ambientes agrícolas de produção familiar em uma região de domínio de Floresta Amazônica.

Objetivos Específicos

Caracterizar a comunidade de insetos em ambientes agrícolas de produção familiar em uma região de floresta fragmentada.

Verificar se a distância entre o cultivo e o remanescente florestal amplia a diversidade de insetos em ambientes agrícolas de produção familiar.

CAPÍTULO I

Um modelo de agricultura de base familiar tem potencial para reverter a atual crise de extinção em massa dos insetos

Um modelo de agricultura de base familiar tem potencial para reverter a atual crise de extinção em massa dos insetos

1. A expansão e a intensificação da agricultura simplificam a comunidade de insetos

Os insetos são vitais ao funcionamento dos ecossistemas terrestres (Weisser e Siemann 2008; Medeiros et al. 2013; Noriega et al. 2017). Em ambientes naturais, a importância desses seres vai muito além dos benefícios para o ser humano, por serem extremamente essenciais à manutenção de ambientes terrestres e aquáticos, tanto por sua contribuição como alimento para vários outros animais da cadeia alimentar, como também por outros processos ecológicos (Schowalter et al. 2018; França et al. 2020). Entretanto, estima-se que 95% dos ecossistemas terrestres já perderam suas características naturais em função de seu gerenciamento por atividades humanas, entre elas, as práticas agrícolas (Perfecto et al. 1997). Neste sentido, em função da expansão de atividades agrícolas, atualmente 75% dos ambientes terrestres encontram-se severamente alterados e um milhão de espécies ameaçadas de extinção (FAO 2019).

Com a demanda para aumentar a produção de alimentos, a agricultura está em crescente expansão mundial (Tilman et al. 2011; Tscharrntke et al. 2012), especialmente nos países de clima tropical. Neste sentido, a expansão e a intensificação agrícola promovem a perda e fragmentação de habitats, impactos atualmente reportados como as ameaças mais relevantes à biodiversidade terrestre (Rogan et al. 2018). Além disso, os aumentos nos tamanhos dos campos cultivados simplificam cada vez mais as paisagens dominadas por humanos (Bianchi et al. 2006).

Em países localizados na região coberta por Floresta Tropical na América Central e do Sul, a expansão da agricultura continua sendo o fator mais significativo da conversão e fragmentação de florestas, afetando principalmente os pontos críticos (*hotspots*) da biodiversidade (Zabel et al. 2019).

A partir de um panorama geral, entre as diversas desvantagens decorrentes das mudanças no uso da terra para a agricultura, modelo firmado na conversão e fragmentação de florestas, a perda da biodiversidade é bastante relatada (Wright 2005; Bianchi et al. 2006; Duru et al. 2015; Erisman et al. 2016), notadamente as relacionadas aos insetos (Dirzo et al. 2014; Sánchez-Bayo e Wyckhuys 2019; Forister et al, 2019; Wagner 2020; Samways et al.

2020; Cardoso et al. 2020). As diversas atividades humanas são reportadas como as responsáveis por quase todos os declínios e extinções da população atual de insetos.

A redução nas populações de insetos tem origem no agravamento da simplificação dos sistemas naturais na segunda metade do século XX, em função da demanda humana por alimentos e outros bens de consumo, oriundos principalmente da agricultura (Vitousek et al. 1997). Atualmente, as atividades associadas à expansão agrícola, entre elas, monocultivos dependentes de pesticidas, perda e fragmentação de habitats naturais, invasão de espécies exóticas, poluição, superexploração de espécies e as intensas mudanças climáticas estão causando perdas drásticas nas populações de insetos em todo o mundo (Tscharntke 2012; Ripple et al. 2017; Sánchez-Bayo e Wyckhuys 2019; Cardoso et al. 2020). Outros fatores como o crescimento populacional humano, alterações contínuas nos ambientes naturais e o uso excessivo de insumos pesticidas, tem sido reportado como cruciais na redução da biomassa (que é o peso estimado de todos os insetos na Terra) à aproximadamente 2,5% por ano (Tscharntke 2012; Hallman et al. 2017). Esses fatores fizeram com que mais de 40% das espécies de insetos do mundo esteja drasticamente ameaçada, sendo as ordens Lepidoptera, Hymenoptera e Coleoptera as mais vulneráveis (Sánchez-Bayo e Wyckhuys 2019).

Nas diferentes regiões do mundo, especialmente as de clima tropical, a redução de insetos é uma consequência do domínio do homem sobre o ambiente natural. A intensificação e a expansão da agricultura têm transformado as paisagens naturais em fragmentos de diferentes formas, tamanhos, isolados ou conectados, contrastados com os mosaicos agrícolas responsáveis pelos altos níveis de destruição de habitats (Tscharntke et al. 2002). As áreas onde a biodiversidade se encontra mais ameaçada pela produção agrícola são as de localização em ecossistemas tropicais da América Latina, África Central e Sudeste Asiático (Delzeit et al. 2017). Entretanto, nos países europeus, estudos evidenciam que a redução observada de insetos desencadeará uma possível crise ambiental, com sérios riscos a produção de alimentos e outros bens necessários à humanidade (Hallman et al. 2017).

No Brasil, a expansão de terras cultivadas afetou severamente todos os ecossistemas, entre eles a Mata Atlântica, ponto crítico da biodiversidade (Zabel et al. 2019; Püttker et al. 2020). Essa expansão, da mesma forma que acontece em outros países é baseada na supressão da vegetação nativa, aspecto que reduz de forma acelerada a diversidade da fauna e da flora. A prática permite que milhares de espécies vegetais estejam sendo substituídas por poucas culturas. E como se não bastasse, o modelo de produção firmado em monoculturas carrega

consigo uma enorme carga de pesticidas e fertilizantes nitrogenados que funcionam como coquetel antropogênico mortal simplificando a biodiversidade de insetos.

Neste sentido, a substituição de sistemas naturais por ambientes agrícolas artificializados nos estados brasileiros já colocou 96 espécies de insetos na lista de ameaçadas (em risco, vulneráveis) de extinção (Brasil 2018a). Embora a inclusão de espécies na lista seja um processo contínuo, dessas espécies 57 são lepidópteros, a maioria da Mata Atlântica (Brasil 2011). A preocupação sobre a perda de espécies permeia alguns aspectos importantes da biodiversidade brasileira, pois as espécies endêmicas e as raras, relativamente são as mais ameaçadas (Brasil 2018b).

Nos estados de domínio de Floresta Amazônica, um estudo recente mostrou que a perturbação climática, aliada ao desmatamento e à degradação ambiental, reduziu as populações de besouros escarabeídeos da floresta a menos da metade (França et al. 2020). Isso significa que espécies importantes estão se perdendo, muitas antes mesmo de serem conhecidas/catalogadas.

2. Fragmentos florestais e sua contribuição na biodiversidade de insetos

A perda e fragmentação de habitats naturais são atualmente consideradas as principais ameaças à biodiversidade. A fragmentação é definida como um processo durante o qual uma grande extensão de habitat é transformada em um número de manchas de uma área total menor, isoladas umas das outras por uma matriz de habitats diferentes do original (Wilcove et al. 1986). Neste sentido, apesar da fragmentação ter origem em processos naturais, geralmente surge em função do uso antropogênico da terra, com impactos negativos incluindo a redução dos habitats (Mitchell et al. 2014; Haddad et al. 2015; Mullu 2016).

Entre as diversas causas da fragmentação, a expansão e intensificação da agricultura têm sido a mais relatada, assim como seus níveis de ampliação (subdivisão dos fragmentos), grau de isolamento e redução em seus tamanhos (Carvalho et al. 2009; Krauss et al. 2010; Foley et al. 2011; Santos-Filho et al. 2012; Haddad et al. 2015; Rocha et al. 2018). Estima-se a área de floresta primária em todo o mundo diminuiu mais de 80 milhões de hectares desde 1990, sendo que entre 2015 e 2020, o uso da terra para a agricultura foi o responsável pela perda anual líquida de 10 milhões de hectares de florestas/ano (FAO 2020), especialmente nas regiões de clima tropical, onde o aumento das áreas agricultáveis é de aproximadamente 1,7 bilhões de hectares (USGS 2017). Neste ritmo de conversão de florestas para a expansão da

agricultura, a estimativa é mais de 50% da vegetação intacta ainda existente pode ser reduzida em um terço até 2050 (Habel et al. 2019). Do total geral de Florestas Tropicais, cerca de 40% dos remanescentes estão na Amazônia Brasileira, região que reúne características vegetacionais específicas e desempenha um papel vital na manutenção da biodiversidade (Fearnside 1999).

De maneira geral, apesar de que muitas espécies se adequam a estrutura de tamanho do fragmento, distância, falta de conectividade, entre outros aspectos, a diversidade de espécies de insetos é sempre afetada (Martinko et al. 2006). No entanto, em fragmentos muito pequenos a estrutura da comunidade é alterada (Haddad et al. 2015), muitas espécies de insetos são sistematicamente desfavorecidas, condição vantajosa para outras (Tschardt et al. 2002), razão de que muitas espécies são mais sensíveis que outras (Rogan et al. 2018).

Apesar de que o foco da conservação da biodiversidade se concentrar em locais maiores, as respostas peculiares de alguns táxons à fragmentação indicam que a conservação de pequenos fragmentos também pode ser importante na promoção da diversidade regional de insetos (Benedick et al. 2006; Farhig e Triantis 2013). Neste sentido, há evidências empíricas que sustentem a suposição generalizada de que um grupo de pequenas áreas de habitat tem menor valor ecológico equivalente as áreas grandes de igual tamanho (Fahrig et al. 2019). No entanto, há controvérsias e as discussões atuais focam a inviabilidade de fragmentos pequenos a longo prazo devido a vulnerabilidade, perturbação, alteração microclimática, em função das espécies experimentarem mudanças em sua organização trófica (Hill et al. 2011; Fletcher et al. 2018).

A fragmentação de florestas diminui as inúmeras fontes alimentares, compromete os locais de reprodução, abrigo e repouso para a maioria das populações de insetos (Giannini et al. 2015). Sua biodiversidade concentra-se nas margens dos campos de cultivo e nos habitats (remanescentes) não agrícolas (Bianchi et al. 2006). Como a fragmentação não afeta igualmente todas as espécies, a redução de importantes grupos de insetos predadores e parasitoides pode resultar em uma duração maior nos surtos de pragas em ambientes de produção agrícola (Cerqueira et al. 2003) devido algumas espécies migrarem do fragmento para as culturas (Altieri et al. 2003). Da mesma forma, para algumas espécies como as abelhas nativas que necessitam de áreas maiores e plantas específicas para forrageamento, a fragmentação do habitat repercute em sua redução ou até mesmo extinção (Cane 2001). Entretanto, apesar das abelhas serem as mais citadas como sendo prejudicadas com a

fragmentação de habitats naturais, outros táxons como dípteros, lepidópteros, coleópteros e muitos himenópteros são silenciosamente afetados (Aizen e Feinsinger, 2003).

De maneira geral, todos os organismos são afetados com a fragmentação do habitat, sendo o efeito maior sobre os insetos especializados em habitat, do que sobre os generalistas. Em lepidópteros por exemplo, o padrão geral de perturbação esperado em ambientes fragmentados é de que as espécies especializadas sejam mais afetadas, em detrimento de outras se beneficiem de habitats secundários (Krauss et al. 2003). Entretanto, muitas espécies de lepidópteros formam metapopulações em habitats fragmentados e podem se beneficiar da vegetação adjacente, dependendo da paisagem circundante (Öckinger et al. 2012).

Os remanescentes naturais, diferentes de ambientes cultivados constituem-se de uma diversidade vegetal. Em proximidade com cultivos, funcionam como abrigo, proteção, locais de reprodução, como exemplo, para as espécies de predadores e parasitoides que atuam no controle biológico (Silva et al. 2020). Com isso, o controle populacional de fitófagos em sistemas agrícolas instalados no entorno de remanescentes pode ser mais vantajoso (Menezes e Menezes 2005). Outros aspectos como a disponibilidade de ovos, larvas e pupas como fontes alternativas de recursos alimentares para os insetos que atuam no biocontrole são relatados (Mahr et al. 2001). Neste contexto, o controle biológico natural de pragas (biocontrole) permeado por insetos entomófagos e parasitoides é um importante serviço gratuito do ecossistema para a agricultura em todo o mundo (Martin et al, 2013). Outros benefícios como o aumento nas interações bióticas a partir dos fragmentos naturais para a polinização (De Marco e Coelho 2004) são também reportados como impactos positivos do fragmento no meio de ambientes cultivados.

3. Fragmentação da floresta na Amazônia brasileira

No Brasil, a mudança de cobertura no uso de terras destinada a produção agrícola e pecuária continua avançando sobre os biomas, inclusive sobre as áreas de cobertura de Floresta Amazônica. Esse avanço perpassa as fronteiras físicas e biológicas expandindo as atividades agropecuárias sobre importantes ambientes naturais, fragmentando-os cada vez mais (Carvalho et al. 2009; Brasil 2018b) e deixando-os mais vulneráveis as intempéries naturais como secas, fogo, chuvas, entre outros eventos.

Na Amazônia a ocupação humana tem provocado perda e fragmentação da floresta nativa, principalmente em função dos avanços da pecuária, mineração e agricultura

mecanizada. Nessa região, apesar da área coberta por Floresta Tropical ser considerada a maior do mundo não perturbada, a substituição e a fragmentação de suas áreas continuam expandindo-se acentuadamente em regiões de floresta de baixa densidade (Gascon et al. 2003). Essas mudanças provocam alterações ecológicas nas interações entre características locais, mudanças em larga escala que ocorrem nas escalas da paisagem, regional e até global (Laurance et al. 2018). Nos últimos 20 anos, a intensificação da conversão de áreas e consequente fragmentação tem sido maior, sendo que a subdivisão e redução em seus tamanhos continuam crescentes na região (Kalamandeen et al. 2018).

Com o avanço das paisagens agrícolas, a conversão de áreas de floresta e a fragmentação dos habitats remanescentes aniquilam e confinam ainda mais à biodiversidade. Muitas espécies desaparecem, outras resistem por algum tempo, outras se ajustam as condições de microclima e aos recursos disponíveis. Entretanto, para a biodiversidade de insetos, a alteração dos processos ecológicos decorrentes da perda de área com a fragmentação é crucial, porque esses organismos são dependentes diretamente da biodiversidade vegetal (Haddad et al. 2015). A fragmentação de habitat subdivide também as populações naturais, reduzindo o seu tamanho, diminuindo as taxas de imigração e aumentando as taxas de extinção (Vasconcelos et al. 2006).

Em um contexto de crescente domínio humano na região Amazônica, a pecuária em larga escala tem sido reportada como a maior vilã (70% a 75%) na conversão e fragmentação de habitats, sendo a agricultura de produção familiar, a segunda atividade que mais contribui na fragmentação da floresta (Laurance et al. 2011). Ao todo são aproximadamente 600.000 famílias de agricultores tradicionais (Maués e Oliveira 2010), que ocupam áreas de até 100 hectares, contribuindo com cerca de 23% da redução e fragmentação das florestas primárias (Godar et al. 2012).

De maneira geral, nos estados brasileiros de domínio da Amazônia Legal, a expansão da agricultura mecanizada nos três primeiros anos da década de 2000 reduziu significamente as áreas de floresta nativa (Barbosa 2004). O avanço da conversão das áreas de floresta ao longo da extensão sul e leste, conhecido como “arco de desmatamento”, implicou na abertura de novas áreas, sendo as terras anteriormente desmatadas utilizadas para a criação de gado (Morton et al. 2006). Nessa mesma década, o estado de Mato Grosso liderou o ranking do desmatamento, sendo as sub-regiões norte e noroeste as mais devastadas.

Na sub-região extremo norte de Mato Grosso, ao sul da Floresta Amazônica, a alteração e fragmentação de habitat ocorreram devido ao processo de colonização na década de 1970. A recente história de desenvolvimento firmada em grandes projetos agropecuários e de infraestrutura provocou desflorestamento e a fragmentação da vegetação primária (Picoli 2006). Nessa região, o cenário atual resume-se em um mosaico formado pela agricultura e pecuária com remanescentes esparsos aleatoriamente inseridos em meio a uma matriz econômica de produção estruturada para atender as demandas e interesses do bem-estar humano (Picoli 2006).

Mais recentemente as áreas abertas, especialmente as de melhor localização geográfica e topografia apropriada estão sendo ocupadas pela agricultura de monocultivos, restando para a agricultura familiar os locais com limitações à agropecuária comercial. Essa produção, em ambos os modelos, pressionada por forças coercitivas hegemônicas do capital, encontra-se ancorada na modernização econômica (Picoli 2008), sendo feita de forma convencional, desconsiderando a importância da flora e da fauna (Verweij et al. 2009). Como os ambientes agrícolas de produção familiar ocupam áreas menores e consideradas impróprias ao agronegócio, sua conexão com os fragmentos de floresta tende a ser maior. Esses remanescentes mesmo que espalhados esparsamente podem ser importantes para suportar espécies que não estão presentes nos grandes fragmentos (Hill et al. 2011).

Diante dos efeitos negativos da perda acelerada da biodiversidade, como a de insetos, reportados na literatura devido à perda e fragmentação de habitats em função da expansão e intensificação da agricultura é necessário discutir propostas eficientes para um ‘redesenho’ dos sistemas de produção agrícola, não somente o de base familiar. Neste sentido, otimizar as áreas já abertas com sistemas mais diversificados pode ser uma saída menos nociva à comunidade de insetos. Além disso, restaurar habitats, reduzir os insumos químicos, entre outros aspectos, para conter o declínio da entomofauna pode tornar as áreas agrícolas mais habitáveis para os insetos.

REFERÊNCIAS

Aizen MA, Feinsinger P (2003) Bees Not to Be? Responses of Insect Pollinator Faunas and Flower Pollination to Habitat Fragmentation. *Ecological Studies* 162:111-129. https://doi.org/10.1007/978-3-662-05238-9_7

Aizen MA, Garibaldi LA, Cunningham SA, Klein AM (2009) How much does agriculture depend on pollinators? Lessons from long-term trends in crop production. *Annals of Botany* 9:1579-1588. <https://doi.org/10.1093/aob/mcp076>

Alroy J (2017) Effects of habitat disturbance on tropical forest biodiversity. *PNAS* 23:6056-6061. <https://doi.org/10.1073/pnas.1611855114>

Altieri MA, Silva EN, Nicholls CI (2003) O papel da biodiversidade no manejo de pragas. Holos, Ribeirão Preto – SP

Barbosa R (2004) Accelerating deforestation in Brazilian Amazonia: towards answering open questions. *Environmental Conservation* 31:7-10. <https://doi:10.1017/S0376892904001055>

Barlow J, França F, Gardner TA, Hicks CC (2018) The future of hyperdiverse tropical ecosystems. *Nature* 559:517–526. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0301-1>

Benedick S, Hill JK, Mustaffa N, Chey VK (2006) Impacts of rain forest fragmentation on butterflies in northern Borneo: species richness, turnover and the value of small fragments. *Journal of Applied Ecology* 43:967–977. <https://doi:10.1111/j.1365-2664.2006.01209.x>

Bianchi FJJA, Booij CJH, Tschardt T (2006) Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. *Biological Sciences* 273:1715–1727. <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3530>

Brasil. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMbio (2011) Plano de ação nacional para a conservação dos Lepidópteros / Organizadores: André Victor Lucci Freitas, Onildo João Marini-Filho. ISBN:978-85-61842-29-1, Brasília - DF

Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2018a) Monitoramento da cobertura e uso da terra do Brasil: 2014 – 2016, Rio de Janeiro – RJ

Brasil. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (2018b) Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Vol. VII – Invertebrados. ICMBio, Brasília - DF

Boef WS, Thijssen M, gliari JB, Sthapit BR (2007) Biodiversidade e agricultores: fortalecendo manejo comunitário. L&PM, Porto Alegre – RS

Cane JH (2001) Habitat Fragmentation and Native Bees: a Premature Verdict? Ecology and Society. <https://www.ecologyandsociety.org/vol5/iss1/art3/manuscript.html>. Acessado em 21 de fevereiro de 2020

Cardoso P, Barton PS, Birkhofer K, Chichorro F, Deacon C, Fartmann T, Fukushima C S, Gaigher R, Habel JC, Hallmann GA, Hill MJ, Hochkirch A, Kwak ML, Mammola S, Noriega JA, Orfinger AB, Pedraza F, Pryke J S, Roque FO, Settele J, Simaika JP, Stork NE, Suhling F, Vorster C, Samways M (2020) Scientists' warning to humanity on insect extinctions. Biological Conservation 242:108426. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108426>

Carvalho FMV, De Marco Jr P, Ferreira Junior LG (2009) The Cerrado into-pieces: Habitat fragmentation as a function of landscape use in the savannas of central Brazil. Biological Conservation 142:1392-1403. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.01.031>

Cerqueira R, Brant A, Nascimento MT, Pardini R (2003) Fragmentação de Ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas – Fragmentação: alguns conceitos. Denise Marçal Rambaldi, Daniela América Suárez de Oliveira (Orgs.) - Ministério do Meio Ambiente – MMA/SBF Brasília – DF

Cunha JMP (2006) Dinâmica migratória e o processo de ocupação do Centro-Oeste brasileiro: o caso de Mato Grosso. Revista Brasileira de Estudos de População 23:87-107. <https://doi.org/10.1590/S0102-30982006000100006>

De Marco P, Coelho FM (2004) Services performed by the ecosystem: forest remnants influence agricultural cultures' pollination and production. Biodiversity and Conservation 13:1245–1255. <https://doi.org/10.1023/B:BIOC.0000019402.51193.e8>

Delzeit R, Zabel F, Meyer C, Václavík (2017) Addressing future trade-offs between biodiversity and cropland expansion to improve food security. Regional Environmental Change 17:1429–1441. <https://doi.org/10.1007/s10113-016-0927-1>

- Dirzo R, Young HS, Galetti M, Ceballos G, Isaac NJB, Collen B (2014) Defaunation in the Anthropocene. *Science* 345:401-406. <https://doi:10.1126/science.1251817>
- Duru M, Therond O, Martin G, Martin-Clouaire R, Magne MA, Justes E, Journet EP, Aubertot JN, Savary S, Bergez JE, Sarthou JP (2015) How to implement biodiversity-based agriculture to enhance ecosystem services: a review. *Agronomy for Sustainable Development* 35:1259 – 1281. <https://doi:10.1007/s13593-015-0306-1>
- Ellwanger JH, Kulmann-Leal B, Kaminski VL, Valverde-Villegas JM, Veiga ABG, Spilki FR, Fearnside PM, Caesar L, Giatti LL, Wallau GL, Almeida SEM, Borba MR, Hora VP, Chies JA (2020) Beyond diversity loss and climate change: Impacts of Amazon deforestation on infectious diseases and public health. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 92:e20191375. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202020191375>
- Erisman JW, van Eekeren N, Wit J, Koopmans C, Cuijpers W, Oerlemans N, Koks BJ (2016) Agriculture and biodiversity: a better balance benefit both. *AIMS Agriculture and Food* 2:157-174. <https://doi:10.3934/agrfood.2016.2.157>
- Fahrig L, Triantis K (2013) Rethinking patch size and isolation effects: the habitat amount hypothesis. *Journal of Biogeography* 40:1649-1663. <https://doi:10.1111/jbi.12130>
- Fahrig L, Arroyo-Rodríguez V, Bennett JR, Boucher-Lalonde V, Cazetta E, Currie DJ, Eigenbrod F, Ford AT, Harrison SP, Jaeger JAG, Koper N, Martin AE, Martin J-L, Metzger JP, Morrison P, Rhodes JR, Saunders DA, Simberloff D, Watling JI (2019) Is habitat fragmentation bad for biodiversity? *Biological Conservation* 230:179-186. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.12.026>
- FAO (2019) The State of the World's Biodiversity for Food and Agriculture. J. Bélanger & D. Pilling (eds.). Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments. Rome, Italy. <http://www.fao.org/3/CA3129EN/CA3129EN.pdf>. Acessado em 27 de julho de 2020
- FAO and UNEP (2020) The State of the World's Forests 2020. Forests, biodiversity and people. Rome. <https://doi.org/10.4060/ca8642en>. Acessado em 27 de julho de 2020.
- Fearnside PM (1999) Biodiversity as an environmental service in Brazil's Amazonian forests: risks, value and conservation. *Environmental Conservation* 26:305-321. [19](http://inct-</p></div><div data-bbox=)

servamb.inpa.gov.br/publ_restritas/1999/Biodiversity.pdf. Acessado em 18 de fevereiro de 2020

Fletcher RJ, Didham R K, Banks-Leite C, Barlow J, Ewers RM, Rosindell J, Holt RD, Gonzalez A, Pardini R, Damscheni EI, Melo FPL, Ries L, Prevedello JA, Tscharrntke T, Laurance WF, Lovejoy T, Haddad NM (2018) Is habitat fragmentation good for biodiversity? *Biological Conservation* 226:9-15. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.07.022>

Foley JA, Ramankutty N, Brauman KA, Cassidy ES, Gerber JS, Johnston M, Mueller ND, O'Connell C, Ray DK, West PC, Balzer C, Bennett EM, Carpenter SR, Hill J, Monfreda C, Polasky S, Rockström J, Sheehan J, Siebert S, Tilman D, Zaks DPM (2011) Solutions for a cultivated planet. *Nature* 478:337-342. <https://doi.10.1038/nature10452>

Forister ML, Pelton EM, Black SH (2019) Declines in insect abundance and diversity: We know enough to act now. *Conservation Science and Practice* 1:1-8. <https://doi.org/10.1111/csp2.80>

França FM, Ferreira J, Vaz-de-Melo FZ, Maia LF, Berenguer E, Palmeira AF, Fadini R, Louzada J, Braga R, Oliveira VH, Barlow J (2020) El Niño impacts on human-modified tropical forests: Consequences for dung beetle diversity and associated ecological processes. *Biotropica* 52:252–262. <https://doi:10.1111/btp.12756>

Gascon C, Laurance WF, Lovejoy TE (2003) Forest Fragmentation and Biodiversity in Central Amazonia. *Ecological Studies* 162:34-38. https://doi.org/10.1007/978-3-662-05238-9_4

Giannini TC, Cordeiro GD, Freitas BM, Saraiva AM, Imperatriz-Fonseca VL (2015) The dependence of crops for pollinators and the economic value of pollination in Brazil. *Journal of Economic Entomology* 108:1-9. <https://doi:10.1093/jee/tov093>

Godar J, Tizado E, Pokorny B (2012). Who is responsible for deforestation in the Amazon? A spatially explicit analysis along the Transamazon Highway in Brazil. *Forest Ecology and Management* 26:58-73. <https://doi:10.1016/j.foreco.2011.11.046>

Habel JC, Rasche L, Schneider UA, Engler JO, Schmid E, Rödder D, Meyer ST, Trapp N, del Diego RS, Eggermont H, Lens L, Stork NE (2019) Final countdown for biodiversity hotspots. *Conservation Letters* 12:1-9. <https://doi:10.1111/conl.12668>

Haddad NM, Brudvig LA, Clobert J, Davies KF, Gonzalez A, Holt RD, Lovejoy TE, Sexton JO, Austin MP, Collins CD, Cook WM, Damschen EI, Ewers RM, Foster BL, Jenkins CN, King AJ, Laurance WF, Levey DJ, Margules CR, Melbourne BA, Nicholls AO, Orrock JL, Song DX, Townshend JR (2015) Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. *Science Advances* 1:e1500052. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1500052>

Hallmann CA, Sorg M, Jongejans E, Siepel H, Hofland N, Schwan H, Stenmans W, Müller A, Sumser H, Hörren T, Goulson D, Kroon H (2017) More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PloS One* 12:e0185809. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809>

Häkkinen M, Tortorec EL, Brotons L, Rajasärkkä A, Tornberg R, Mönkkönen M (2017) Degradation in landscape matrix has diverse impacts on diversity in protected areas. *PloS One* 12:1-17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0184792>

Hill JK, Gray MA, Khen CV, Benedick S, Tawatao N, Hamer KC (2011) Ecological impacts of tropical forest fragmentation: how consistent are patterns in species richness and nestedness? *Philosophical Transactions of The Royal Society B Biological Sciences* 366:3265-3276. <https://doi.org/10.1098/rstb.2011.0050>. [PMID: 22006967](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22006967/); [PMCID: PMC3179634](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC3179634/)

Kalamandeen M, Gloor E, Mitchard E, Quincey D, Ziv G, Spracklen D, Spracklen B, Adami M, Aragão LEOC, Galbraith D (2018) Pervasive Rise of Small-scale Deforestation in Amazonia. *Scientific Reports* 8:1-10. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-19358-2>

Krauss J, Steffan-Dewenter I, Tschardt T (2003) How does landscape context contribute to effects of habitat fragmentation on diversity and population density of butterflies? *Journal of Biogeography* 30:889-900. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.2003.00878.x>

Krauss J, Bommarco R, Guardiola M, Heikkinen RK (2010) Habitat fragmentation causes immediate and time-delayed biodiversity loss at different trophic levels. *Ecology Letters* 3 (5):597-605. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2010.01457.x>

Laurance WF, Camargo JLC, Luizão RCC, Laurance SG, Pimm SL, Bruna EM, Stouffer PC, Williamson GB, BenítezMalvido J, Vasconcelos HL, Van Houtan KS, Zartman CE, Boyle SA, Didham RK, Andrade A, Lovejoy TL (2011) The fate of Amazonian forest fragments: A

32-year investigation. *Biological Conservation* 144:56–67.
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.09.021>

Laurance WF, Camargo JLC, Fearnside PM, Lovejoy TE, Williamson GB, Mesquita RGG, Meyer CFJ, Bobrowiec PED, Laurance SG (2018) An Amazonian rainforest and its fragments as a laboratory of global change. *Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society* 93:223–247. <https://doi:10.1111/brv.12343>

Losey JE, Vaughan M (2006) The Economic Value of Ecological Services. *BioScience* 56: 311-326. <https://academic.oup.com/bioscience/articleabstract/56/4/311/229003>. Acessado em 02 de fevereiro de 2020

Mahr SER, Cloyd RA, Mahr DL, Sadof SS (2001) Biological control of insects and other pests of greenhouse crops. <https://www.doc-developpementdurable.org/file/Agriculture/lutteBiologique/Greenhouse%20insects%20bio%20control.pdf>. Acessado em 22 de abril de 2020.

Martin EA, Reineking B, Seo B, Steffan-Dewenter I (2013) Natural enemy interactions constrain pest control in complex agricultural landscapes. *PNAS* 110:5534–5539. www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1215725110

Martinko EA, Hagen RH, Griffith JA (2006) Successional change in the insect community of a fragmented landscape. *Landscape Ecology* 21:711–721. <https://doi:10.1007/s10980-005-5322-0>

Maués MM, Oliveira PEAM (2010) Consequências da fragmentação do habitat na ecologia reprodutiva de espécies arbóreas em florestas tropicais, com ênfase na Amazônia. *Oecologia Australis* 14:238-250. <https://doi:10.4257/oeco.2010.1401.14>

Medeiros MJ, Eiben JA, Haines WP, Kaholoaa RL, King CAB, Krushelnycky PD, Magnacca KN, Rubino D, Starr F, Starr K (2013) The Importance of Insect Monitoring to Conservation Actions in Hawaii. *Proceedings of the Hawaiian Entomological Society* 45:149–166

Menezes EL, Menezes EB (2005) Bases ecológicas das interações entre insetos e plantas no manejo ecológico de pragas agrícolas. In: Aquino AM de; Assis RL de. (Ed.). *Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Seropédica: Embrapa Agrobiologia, pp324-339

Mitchell MGE, Bennett EM, Gonzalez A (2014) Forest fragments modulate the provision of multiple ecosystem services. *Journal of Applied Ecology* 51:909–918. [https://doi:10.1111/1365-2664.12241](https://doi.org/10.1111/1365-2664.12241)

Morton DC, DeFries RS, Shimabukuro YE, Anderson LO, Arai E, del Bon Espírito-Santo F, Freitas R, Morissette J (2006) Cropland expansion changes deforestation dynamics in the southern Brazilian Amazon. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 26:14637-41. [https://doi:10.1073/pnas.0606377103](https://doi.org/10.1073/pnas.0606377103)

Mullu D (2016) A Review on the Effect of Habitat Fragmentation on Ecosystem. *Journal of Natural Sciences Research* 6:ISSN 2225-0921. <https://www.semanticscholar.org/paper/A-Review-on-the-Effect-of-Habitat-Fragmentation-on-Mullu/eea6854f420c4e90636d147fff9ff2ec99585a60>. Acessado em 06 de janeiro de 2020

Nepstad D, Irawan S, Bezerra T, Boyd W, Stickler C, Shimada J, Carvalho Jr O, MacIntyre K, Dohong A, Alencar A, Azevedo A, Tepper D, Lowery S (2014) More food, more forests, fewer emissions, better livelihoods: Linking REDD+, sustainable supply chains and domestic policy in Brazil, Indonesia and Colombia. *Carbon Management* 4:639-658. [https://doi:10.4155/cmt.13.65](https://doi.org/10.4155/cmt.13.65)

Noriega J, Hortal J, Azcárate F, Berg M, Bonada N, Briones M, Del Toro I, Goulson D, Ibanez S, Landis D, Moretti M, Potts S, Slade E, Stout J, Wäckers F, Woodcock B, Santos A (2017) Research trends in ecosystem services provided by insects. *Basic and Applied Ecology*. [https://doi:10.1016/j.baae.2017.09.006](https://doi.org/10.1016/j.baae.2017.09.006)

Öckinger E, Bergman K-O, Franzén M, Kadlec T (2012) The landscape matrix modifies the effect of habitat fragmentation in grassland butterflies. *Landscape Ecology* 27:121-131. <https://doi.org/10.1007/s10980-011-9686-z>.

Perfecto I, Vandermeer J, Hanson P, Cartián V (1997) Arthropod biodiversity loss and the transformation of a tropical agro-ecosystem. *Biodiversity & Conservation* 6:935-945. <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1018359429106>. Acessado em 14 de dezembro de 2019

Picoli F (2005) *Amazônia do mel ao sangue: os extremos da expansão capitalista*. 2ª Edição, Editora Fiorelo, Sinop – MT

Picoli F (2006) O capital e a devastação da Amazônia. 1ª Edição, Expressão Popular, São Paulo - SP

Picoli F (2008) Amazonia: desarrollo y expropiacion. 1ª Edição, Amazônia Gráfica, Manaus - AM

Püttker T, Crouzeilles R, Almeida-Gomes M et al (2020) Indirect effects of habitat loss via habitat fragmentation: A cross-taxa analysis of forest-dependent species. *Biological Conservation* 241:1-10. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108368>

Ripple WJ, Wolf C, Newsome TN, Galetti M, Alamgir M, Crist E, Mahmoud I M, Laurance WF (2017) World Scientists' Warning to Humanity: A Second Notice. *BioScience* 67:1026–1028. <https://doi.org/10.1093/biosci/bix125>

Rocha EC, Brito D, Silva PM, Silva J, Bernardo PVS, Juen L (2018). Effects of habitat fragmentation on the persistence of medium and large mammal species in the Brazilian Savanna of Goiás State. *Biota Neotropica* 18:e20170483. <https://doi.org/10.1590/1676-0611-bn-2017-0483>

Rogan JE, Lacher Jr TE (2018) Impacts of Habitat Loss and Fragmentation on Terrestrial Biodiversity. *Science Direct*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.10913-3>

Samways MJ, Barton PS, Birkhofer K et al (2020) Solutions for humanity on how to conserve insects Author links open overlay panel. *Biological Conservation* 242:108427. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108427>

Sánchez-Bayo F, Wyckhuys KAG (2019) Worldwide decline of the entomofauna: a review of its drivers. *Biological Conservation* 232:8–27. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.01.020>

Santos-Filho M, Peres CA, da Silva DJ, Sanaiot TM (2012) Habitat patch and matrix effects on small-mammal persistence in Amazonian forest fragments. *Biodiversity and Conservation* 21:1127–1147. <https://doi.org/10.1007/s10531-012-0248-8>

Schiesari L, Waichman A, Brock T, Adams C, Grillitsch B (2013) Pesticide use and biodiversity conservation in the Amazonian agricultural frontier. *Philosophical Transactions of The Royal Society B Biological Sciences* 368:1-9. <https://doi:10.1098/rstb.2012.0378>

Schmitz H (2007) A transição da agricultura itinerante na Amazônia para novos sistemas. Cadernos de Agroecologia 2:ISSN 2236-7934. <http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/1862>. Acessado em 22 de abril de 2019

Schowalter TD, Noriega JA, Tschardt T (2018) Insect effects on ecosystem services – introduction. Basic and Applied Ecology 26:1-7. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2017.09.011>

Silva GS, Jahnke SM e Johnson NF (2020) Riparian forest fragments in rice fields under different management: differences on hymenopteran parasitoids diversity. Brazilian Journal of Biology 80:122-132. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.194760>

Tilman D, Balzer C, Hill J, Befort BL (2011) Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. Proceedings of the National Academy of Sciences 108:20260–20264. <https://doi.org/10.1073/pnas.1116437108>

Tschardt T, Steffan-Dewenter I, Kruess A, Thies C (2002) Characteristics of insect populations on habitat fragments: A mini review. Ecological Research 17:229–239. <https://doi.org/10.1046/j.1440-1703.2002.00482.x>

Tschardt T, Clough I, Wanger TC, Jackson L, Motzke I, Perfecto I, Vandermeer J, Whitbread A (2012) Global food security, biodiversity conservation and the future of agricultural intensification. Biological Conservation 151:53-59. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.01.068>

United States Geological Survey – USGS (2017) Science for a changing world New Map of Worldwide Croplands Supports Food and Water Security. <https://www.usgs.gov/news/new-map-worldwide-croplands-supports-food-and-water-security>. Acessado em 23 de maio de 2019

Vasconcelos HL, Vilhena JMS, Magnusson WE, Albernaz ALKM (2006) Long-term effects of forest fragmentation on Amazonian ant communities. Journal of Biogeography 33:1348–1356. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2006.01516.x>

Verweij PA, Schouten M, Van Beukering PJH, Triana JT, Leeuw K, Hess S (2009) Keeping the Amazon forests standing: a matter of values. Zeist: O World Wide Fund for Nature – WWF. <https://research.vu.nl/en/publications/keeping-the-amazon-forests-standing-a-matter-of-values>. Acessado em 22 de novembro de 2019

- Vitousek P, Mooney H, Lubchenco J, Melillo J (1997) Human Domination of Earth's Ecosystems. *Science* 277:494-499. https://doi.org/10.1007/978-0-387-73412-5_1
- Wagner DL (2020) Insect declines in the Anthropocene. *Annual Review of Entomology* 65:457-480. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-011019-025151>.
- Weisser W, Siemann E (2008). The Various Effects of Insects on Ecosystem Functioning. *Ecological Studies (Analysis and Synthesis)* 173:3-24. http://doi:0.1007/978-3-540-74004-9_1
- Wilcove DS, McLellan CH, Dobson AP (1986) Habitat fragmentation in the temperate zone. *Chapter* 11:237-256. https://www.fws.gov/southwest/es/documents/r2es/litcited/lpc_2012/wilcove_et_al_1986.pdf
- Wright SJ (2005) Tropical forests in a changing environment. *Trends in Ecology & Evolution* 20:553–560. <https://doi:10.1016/j.tree.2005.07.009>
- Zabel F, Delzeit R, Schneider JM, Seppelt R, Mauser W, Václavík T (2019) Global impacts of future cropland expansion and intensification on agricultural markets and biodiversity. *Nature Communications* 10:2844. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-10775-z>

CAPÍTULO II

A distância das lavouras aos remanescentes florestais simplifica as assembleias de insetos nos ambientes da agricultura familiar!

A distância das lavouras aos remanescentes florestais simplifica as assembleias de insetos nos ambientes da agricultura familiar!

RESUMO A agricultura é uma atividade dependente dos insetos. Como exemplo, a atuação de insetos polinizadores aumenta a produção vegetal, enquanto os herbívoros podem ocasionar danos irreversíveis ou até mesmo reduzi-la, trazendo prejuízos econômicos. Desta forma, entender como funciona a comunidade de insetos que ocorrem nas áreas de produção agrícola é fundamental para o bom manejo desses sistemas. Nesse sentido, aqui caracterizamos a comunidade de insetos em áreas de cultivo da agricultura de produção familiar. Para isso, amostramos dez cultivos durante 120 dias (março a junho de 2017) em coletas semanais, com o uso de armadilha Malaise exposta continuamente, totalizando 140 observações durante o ciclo completo das culturas hortícolas. Assim coletamos 19.902 insetos, identificados em 2.321 (morfo) espécies, 104 famílias e 08 guildas alimentares. Mais de 85% das espécies ocorreram em apenas um local. Dessa porcentagem, cerca de 95% ocorreram em até três e somente 5% nos 10 locais. Essas 12 espécies que ocorreram em todos os cultivos são não coloniais. A espécie colonial de ocorrência mais frequente foi *Labidus praedator*, presentes em nove das dez áreas amostradas. Metade das espécies amostradas é fitófaga e ocorreu ocasionalmente (singletons e doubletons), tanto espacial quanto temporalmente. No final dos ciclos vegetais, como era de se esperar, ocorre uma redução na diversidade de insetos, prevalecendo as espécies comuns e aquelas raras que só ocorreram nesse período. A comunidade é dominada por poucas espécies muito abundantes e frequentes e por muitas espécies raras e de ocorrência ocasional, sendo metade delas fitófagas.

Palavras-chave: riqueza de espécies, agricultura familiar, espécies raras.

Distance from crops to forest remnants simplifies insects' assemblages in the agricultural family farming environments!

ABSTRACT Agriculture is an insect-dependent activity. As example, the performance of pollinators can increase plant production, while herbivores can cause irreversible damage or even reduce it, causing economic losses. Thus, understanding how the insect community that occurs in areas of agricultural production works is fundamental for the management of these systems. In this sense, in this study we characterize the insect community in areas of agriculture cultivation of family production. For that, we sampled ten crops for 120 days (March to June 2017) in weekly collections in each of them, with the help of a Malaise trap exposed continuously, totaling 140 observations in a complete culture cycle. So, we collected 19,902 insects, identified in 2,321 (morpho) species, 104 families and 08 food guilds. More than 85% of the species occurred in only one location, about 95% in three of them and only 5% in the 10 locations. These 12 species that occurred in all crops are non-colonial. Ants *Labidus praedator*, the most frequent colonial species, occurred in nine of these areas. Half of the sampled species is phytophagous and occurred occasionally (singletons and doubletons), both spatially and temporally. At the end of the plant cycles, as expected, there is a reduction in the diversity of insects, prevailing the common and rare species that only occurred during this period. The community is dominated by a few very abundant and frequent species and by many rare and occasionally occurring species, half of which are phytophagous.

Keywords: species richness, family farming, rare species.

INTRODUÇÃO

A agricultura é considerada a principal causa da transformação dos ambientes naturais. Essa atividade provoca a perda e fragmentação de habitats (Hanski 2005; Jackson e Fahrig 2013; Haddad et al. 2015; Leventon et al. 2017), é dependente de pesticidas (Beketov et al. 2013), causa altos níveis de perturbação e simplificação da paisagem, resultando no declínio acentuado das espécies presentes (Wade et al. 2008; Médiène et al, 2011; Lu et al. 2014). Esses danos, em muitos casos, considerados irreparáveis (Habel e Schmitt 2018), provocam a perda da diversidade genética (Tscharrntke et al. 2012), devido, por exemplo a introdução de organismos exóticos e dos altos níveis de insumos agroquímicos (Nicholls e Altieri 2012; Nicholls et al. 2016).

A perda da biodiversidade, conseqüentemente, reduz grande números das espécies existente, como as de insetos, os quais, em sua maioria são responsáveis por elevar a produção de diversas matérias prima essenciais para a população mundial. De maneira impactante, os dados apontam que a partir de um número menor de insetos, a produção de alimentos, fibras e outros bens a curto e médio prazos encontram-se ameaçados (Jankielsohn 2018). Ainda que algumas espécies sejam consideradas pragas na agricultura (as de hábito herbívoro, por exemplo), a maioria assume papéis essenciais que resultam em grandes benefícios às culturas (Garbach et al. 2014; Bellamy et al. 2018).

Os distúrbios antropogênicos provocados nos sistemas naturais pelo modelo de produção agrícola alteram a comunidade de insetos terrestres e influenciam por exemplo, na perda dos diferentes traços ecológicos das comunidades (Podgaiski et al. 2011). Como consequência, a modificação nas populações de insetos em situações de alteração da qualidade ambiental, pode conduzir a adaptação desses seres em outras plantas, inclusive em monocultivos, provocando declínio da diversidade e riqueza de insetos especialistas em detrimento à abundância de espécies generalistas (Arias e Penny 1978; Bobo et al. 2006).

Nas localidades de Florestas Tropicais como na Amazônica, a perda e a fragmentação da floresta na porção brasileira continuam aumentando, diminuindo de tamanho os remanescentes já existentes, subdividindo o número de manchas maiores em fragmentos menores (Kalamandeen et al. 2018). Neste sentido, a conversão das áreas de florestas amazônicas apresenta duas faces: a decorrente de projetos formais de colonização para o desenvolvimento da agricultura familiar, prática mais consistente com a conservação da

biodiversidade, a outra associada a uma ocupação mais voltada ao liberalismo econômico, especialmente em áreas topograficamente mais sensíveis, fator que provoca impacto maior sobre a fauna e flora (Arima et al. 2016).

Nesses dois modelos de agricultura, a fragmentação de habitats não acontece de forma aleatória, ocorre preferencialmente em áreas onde as atividades agrícolas são mais rentáveis, com maior disponibilidade hídrica, melhores condições climáticas, de solo e topografia para a produção agrícola mais apropriada (Baldi et al. 2006). Ambos os modelos, associados a necessidade de ampla infraestrutura têm sido responsáveis por altos impactos ambientais com a perda e a fragmentação da floresta (Kalamandeen et al. 2018).

Os efeitos negativos da fragmentação afetam severamente as espécies endêmicas (Sánchez-Bayo e Wyckhuys 2019) e as especialistas em hábitat que respondem com muita sensibilidade às perturbações bióticas e abióticas (Lojka et al. 2011) provocando profundas mudanças nas interações ecológicas. Outros efeitos são o aumento da taxa de extinção de espécies (Hens e Boon 2003; Hanski, 2005; Wilson et al, 2016), mudanças na configuração espacial e redução do número de espécies ao ajustar-se ao novo tamanho do fragmento (Forero-Medina e Vieira 2007). Esses efeitos provocam a destruição dos recursos necessários e podem ser ainda maiores em função do avanço das atividades humanas sobre os remanescentes naturais que ainda restam (Lindenmayer e Nix 1993; Diniz et al. 2010).

Apesar dos efeitos deletérios da fragmentação sobre a biodiversidade, os remanescentes naturais/seminaturais, são apontados como espaços que contribuem na diversidade biológica de insetos para áreas de produção agrícola (Duelli e Obrist 2003). Isso significa que a valorização das manchas florestais para a obtenção de benefícios aos sistemas agrícolas pode ser uma alternativa interessante, especialmente aos cultivos feitos em áreas menores, já que as pequenas e médias reservas podem maximizar a diversidade beta e a disseminação de riscos de extinção (Tscharrntke et al. 2002).

Em múltiplas escalas espaciais, os remanescentes contribuem para a composição da comunidade de insetos na dinâmica de conservação local e regional da biodiversidade (Chaplin-Kramer et al. 2011). Na agricultura de produção familiar, os remanescentes naturais funcionam como áreas de refúgio para insetos polinizadores, inimigos naturais (predadores e parasitoides) durante o período de abundância de pragas nos cultivos (Bortolotto et al. 2016; Snyder 2019).

Em um cenário em que a agricultura de produção familiar desempenha um papel importante na economia brasileira, representando nacionalmente 81% do total dos estabelecimentos agropecuários (Brasil 2019) conciliar a produção de alimentos nesses estabelecimentos com a conservação da biodiversidade é desafiador. Diante da importância dos invertebrados para os ambientes agrícolas, nosso objetivo foi caracterizar a composição da comunidade de insetos em cultivos em uma região de Floresta Amazônica fragmentada, sua relação com a variação temporal e espacial durante um ciclo completo das culturas hortícolas.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

Realizamos as avaliações no município de Colíder (Mato Grosso, Brasil), em uma área de transição entre a Floresta Amazônica e o Cerrado, situado entre as coordenadas geográficas 10° 42' 27" S e 55° 27' 27" W. A vegetação, considerada Floresta Ombrófila Aberta é constituída por formações vegetacionais secundárias (Brasil 1976).

O clima da região norte mato-grossense de acordo com as adaptações da classificação proposta por Köppen é o Equatorial (devido à proximidade à linha do Equador). Esse clima quente e úmido apresenta pouca variação de temperatura durante o ano e faz parte da unidade Clima Tropical Chuvoso (Af) proposta por Strahler (Ferreira 2001). Entretanto, estudos realizados durante o Zoneamento Socioeconômico de Mato Grosso caracterizaram a região como pertencente à Unidade Climática Equatorial Continental com duas estações: a seca e a chuvosa. A estiagem (seca) no outono-inverno com médias anuais de chuvas de 1985 mm apresenta temperaturas médias anuais entre 23°C e 24°C (Miranda e Amorim 2001; Maitelli 2005). A estação chuvosa, caracterizada por chuvas abundantes, com precipitação média anual variando de 1.500 mm a 1.700 mm e tem uma duração de seis meses. Entretanto nos meses mais chuvosos (janeiro a março) a precipitação é de 2.200 a 2.700 mm (Moreira e Vasconcelos 2007).

A substituição da cobertura florestal da região norte mato-grossense pela agricultura iniciou-se na década de 1970. Nas décadas seguintes, a região foi submetida a um dos mais intensos processos de fragmentação da vegetação nativa do Brasil gerando muitos desequilíbrios, entre eles, a perda diversidade biológica (Cabacinha et al. 2010).

No município de Colíder, as terras encontram-se em sua maioria desprovidas de cobertura vegetal original. Da exuberância da floresta primária, restam poucos fragmentos esparsos, alguns remanescentes em processo de regeneração e outros com altos índices de impacto antrópico (Bernasconi et al. 2008). Atualmente a matriz econômica predominantemente do município é a pecuária. As pastagens são compostas por monocultivos de gramíneas exóticas, sendo o capim-marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu), mais utilizada.

Nas áreas onde a agricultura resiste, os cultivos hortifruti ocupam uma parcela pequena da propriedade, sendo sua disposição aleatória. O entorno dos cultivos é composto por uma pequena faixa limítrofe constituída por vegetação espontânea, do tipo herbácea, entre a borda das culturas e a pastagem ou separando o cultivo do fragmento de mata.

Os remanescentes florestais representam tudo o que restou da cobertura vegetal original. A região, bastante antropizada constitui-se de remanescentes de diversas formas e tamanhos, esparsos em meio às áreas de cultivo. Alguns remanescentes constituem áreas de Matas Ciliares. Em meio a paisagem do município, muitos sistemas agrícolas estão instalados mais próximos do remanescente, enquanto outros, mais afastados.

Coleta de dados

Coletamos os espécimes de insetos em dez áreas de cultivo agrícola de produção familiar, entre os meses de março a junho de 2017, conforme autorização prévia nº 60761-1/2017 do SISBio (Ver Anexo 1), período que compreende um ciclo completo das culturas temporárias, constituídas em sua maioria de hortaliças. Essas áreas encontravam-se dispostas em um raio de 30 km da área urbana do município de Colíder – MT (Fig. 1).

Em função da prática de consórcio e diversificação de culturas, os locais foram selecionados de acordo com a semelhança do manejo. Para manejar os cultivos, as famílias usam técnicas de baixo custo, como trabalho manual, utilização de ferramentas simples (pouca ou nenhuma tecnologia), rotação de culturas, uso de inseticidas sintéticos para controle de insetos fitófagos e similaridade entre as espécies vegetais cultivadas (verduras, legumes, bulbos, tubérculos e diferentes frutíferas) (Ver Anexo 2). Consideramos ainda como critério de seleção para os locais amostrados, o tamanho da propriedade rural, a logística para o acesso e autorização da família para instalação e monitoramento das armadilhas usadas na coleta dos insetos.



Figura 1. Área de estudo da comunidade de insetos em cultivos da agricultura familiar na região de Colíder, Mato Grosso, Brasil. Ao centro, a área urbana do município. A vegetação mais clara, no entorno da área urbana compreende a paisagem dominada pela atividade agrária e as escuras, a vegetação florestal (fragmentos e Mata Ciliar). Os círculos (cor amarela) representam os cultivos amostrados, sendo que sua dimensão está relacionada ao tamanho das amostras por localidade.

Amostragens dos insetos

Utilizamos para esta finalidade, as armadilhas Malaise (Townes, 1972), dispostas aleatoriamente no interior dos cultivos diversificados. Instalamos uma armadilha em cada localidade (total de 10 armadilhas), observando sempre o centro da área plantada, de forma que os insetos fossem capturados por interceptação em pleno voo vindos de diferentes direções (Fig. 2).

Em cada armadilha, recolhemos os insetos capturados semanalmente e colocamos em frascos plásticos contendo álcool 70% para posterior identificação em laboratório. Dentre estes, descartamos indivíduos danificados que impossibilitassem a identificação taxonômica ao nível de família.

Nas 10 áreas de avaliação, obtivemos 14 amostras por local, sendo que cada amostra correspondeu a 7 dias de exposição das armadilhas em campo, totalizando 140 coletas durante um ciclo completo das culturas hortícolas (temporárias). Além disso, consideramos também as culturas permanentes, como as frutíferas, dispostas junto às bordas dos ambientes cultivados. Na região de Colíder, o melhor período (observação dos agricultores) para a produção de hortícolas é entre o final da estação chuvosa e início da estiagem, geralmente entre março e junho.



Figura 2. Fragmento parcial em um dos locais de cultivo de produção familiar mostrando as culturas diversificadas e a armadilha do tipo Malaise, instalada no interior do cultivo para interceptação de voo de insetos vindos de diferentes direções.

Identificação e destinação dos insetos amostrados

Organizamos os indivíduos em morfoespécies (organismos que diferem em algum aspecto morfológico de todos do mesmo grupo e outros grupos) por similaridade morfológica e identificamos suas respectivas famílias usando as chaves de identificação de Borror et al. (2002) e de Rafael et al. (2012). Depois de identificados (ao nível de família), enviamos os

insetos para taxonomistas, segundo o grupo taxonômico das suas especialidades, para confirmação das identificações em nível de família (Ver Anexo 2). Além disso, para sustentar as informações relacionadas aos hábitos alimentares e categorização das morfoespécies em guildas funcionais, utilizamos a literatura científica disponível (Borror et al. 2002; Rafael et al. 2012).

Análises

Após a coleta dos insetos, optamos por duas abordagens na caracterização dessa comunidade. Uma com todas as morfoespécies e suas frequências de ocorrência em todas às amostras, o que acaba dando peso as populações menores, uma vez que a ocorrência pode ser de apenas um ou vários indivíduos. A outra abordagem exclui as espécies coloniais, como os espécimes das famílias Formicidae e Apidae, cuja abundância é sobrestimada com indivíduos da mesma colônia sendo amostrados ao mesmo tempo, para caracterizar as relações de dominância por abundância na comunidade.

Usamos modelos de regressão não linear por iteração para resumir o decréscimo exponencial em número de espécies em relação ao número de semanas e ao número de locais em que tais espécies ocorreram. Geramos esses modelos usando a função *'nls'* da linguagem R (R Core Team 2019).

Para caracterizar a riqueza de espécies usamos curvas de acumulação de espécies por rarefação do número de espécies e para as respectivas comparações entre locais e períodos de amostragem consideramos o número rarefeito de espécies pelo menor número de insetos em uma dada amostra. Para essas estimativas usamos a função do comando *"specaccum"* do pacote *vegan* para R (Oksanen et al. 2019).

RESULTADOS

Capturamos durante 14 semanas, um total de 19.902 insetos, representantes de 9 ordens, sendo elas: Orthoptera, Dermaptera, Neuroptera, Mantodea, Lepidoptera, Hemiptera, Hymenoptera, Coleoptera e Diptera, aqui organizadas do número menor de famílias em cada ordem, para o maior. Os indivíduos coletados, representaram 2.321 morfoespécies, dos quais 20% são de espécies coloniais (formigas e abelhas), 104 famílias e 8 guildas funcionais.

Os insetos fitófagos representaram mais da metade da comunidade, seguidos de predadores, parasitoides, onívoros e polinizadores. As demais guildas não somaram 2,5% da

comunidade (Fig. 3a). Esses fitófagos representaram grandes populações num conjunto de espécies pouco diversificado em relação a comunidade como um todo. Esse mesmo padrão de populações grandes e baixa diversificação se repetiu para onívoros e, de maneira mais acentuada, detritívoros. Os predadores, parasitoides e polinizadores tiveram populações proporcionalmente menores e maior diversidade em espécies.

Do universo geral das espécies não coloniais, verificamos que comunidade é dominada por espécies raras ou ocasionais, pois singletons e doubletons podem ser espécies localmente raras ou simplesmente terem ocorrido na amostragem de forma ocasional (Fig. 3b).

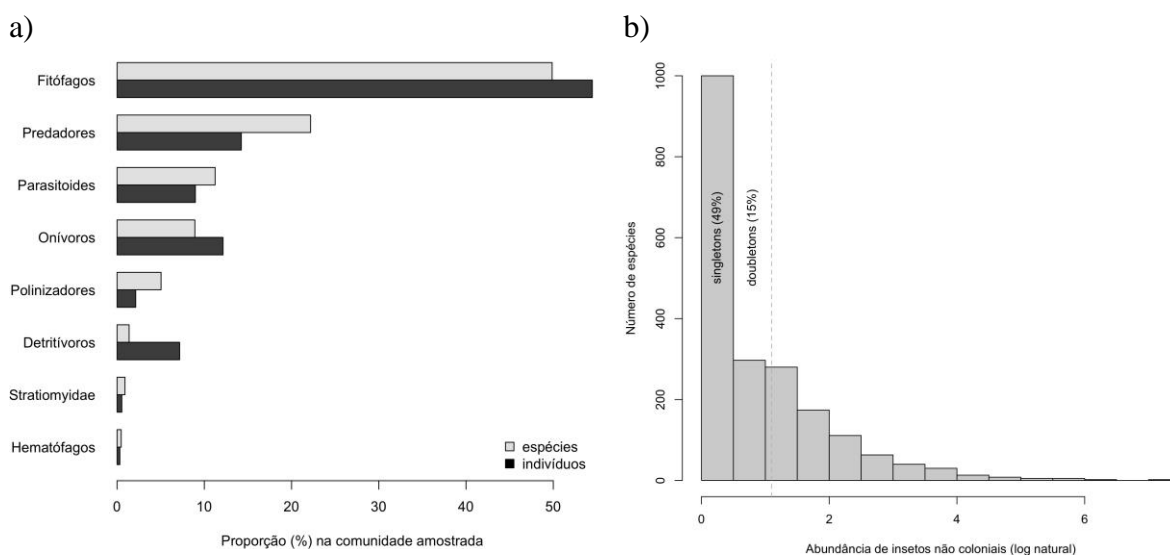


Figura 3. Em (a), resumo da estrutura funcional e taxonômica da comunidade de insetos em cultivos da agricultura familiar em 10 áreas na região norte do Estado de Mato Grosso, Brasil. Distribuição da proporção de indivíduos e espécies por guilda alimentar (a categoria “Stratiomyidae” corresponde aos dípteros que podem ser detritívoros ou polinizadores). Em (b), distribuição do número espécies de insetos não coloniais por categorias de abundância e indicação dessa classificação (linhas tracejadas) *sensu* Cowell (2013).

Considerando-se 19.902 insetos coletados, apenas duas espécies tiveram mais de 1000 exemplares (1000 indivíduos representam mais ou menos 5% dos indivíduos amostrados), as demais cerca de 500 ou menos (Fig. 4a).

Avaliando as frequências de ocorrência, verificamos que 82% das espécies coletadas ocorreram em somente uma observação e 5% em duas observações. As espécies que ocorreram em até oito observações (6% das 140 observações) corresponderam a cerca de 95%

das 2.321 espécies de insetos. Outras 1.105 espécies (singletons) tiveram exclusivamente um indivíduo amostrado (Fig. 4b).

Entre as 10 espécies mais abundantes com ocorrências únicas, sete coloniais do gênero *Solenopsis* (Hymenoptera: Formicidae); as demais espécies são hemípteras não coloniais do gênero *Dalbulus* (Hemiptera: Cicadellidae).

Entre as 50 mais abundantes, quatro são espécies não coloniais do gênero *Edessa* (Hemiptera: Pentatomidae) e 21 são cicadélídeos do gênero *Dalbulus*. As outras 25 (coloniais) são formigas do gênero *Solenopsis*.

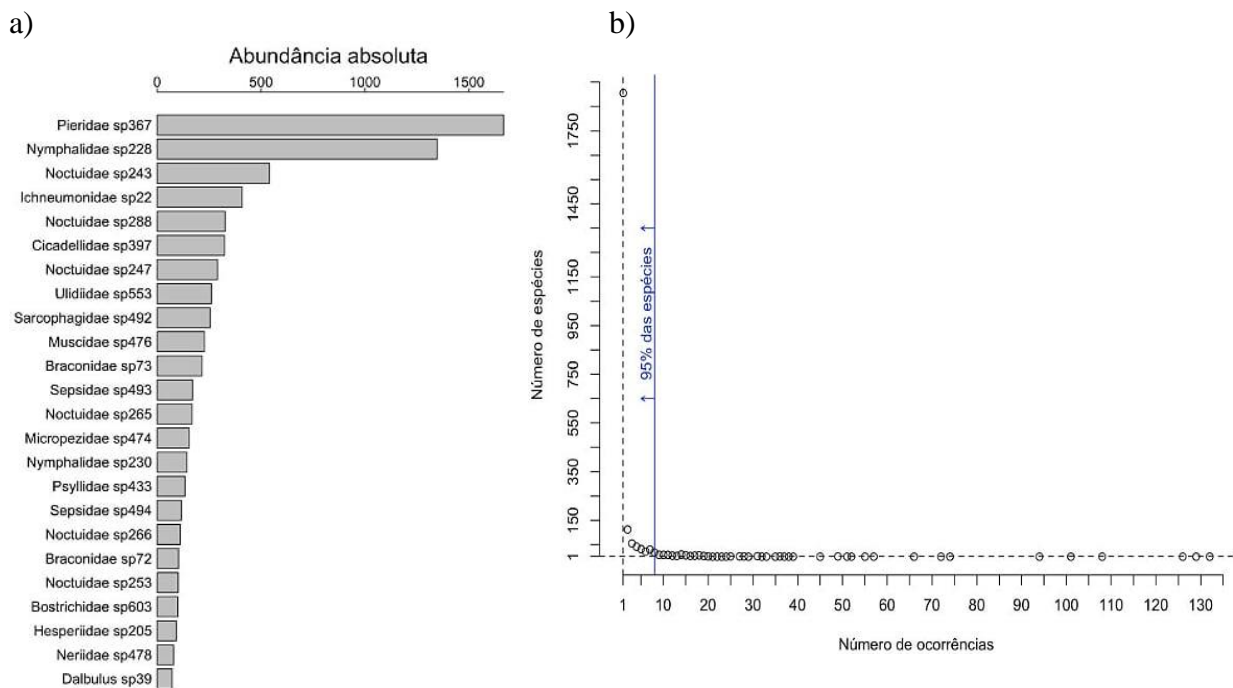


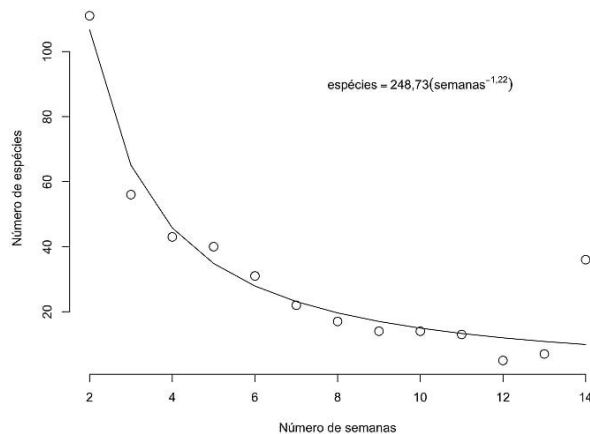
Figura 4. Em (a), distribuição de abundâncias das espécies de insetos não coloniais muito comuns (> 70 indivíduos). Em (b), distribuição do número de espécies pelas frequências de ocorrência incluindo espécies coloniais e não coloniais. A maioria das espécies (~ 82%) ocorreu apenas uma vez (linha tracejada vertical), enquanto apenas algumas espécies (~ 1 %) ocorreram com frequências maiores do que 10 vezes (linha tracejada horizontal).

Verificamos que 82,5% das espécies ocorreram particularmente em uma semana, 95% ocorreram em até 7 semanas e somente 1,5% em todo período de amostragem (14 semanas). Observamos que o número de espécies diminuiu conforme aumentou a frequência de ocorrência de espécies nas semanas, seguindo o mesmo padrão da frequência de ocorrências nas observações como um todo (Fig. 5a).

O número de espécies observado a partir de 8 semanas ficou abaixo do intervalo de confiança, sendo assim menor que o esperado em um modelo exponencial. Entretanto, o número de espécies que ocorreram nas 14 semanas ficou bem acima, no mesmo nível do número de espécies entre cinco e seis semanas.

Seguindo o mesmo padrão de distribuição temporal das espécies, observamos na variação espacial que 85,5% das espécies ocorreram em apenas um local, 95% até três locais e 0,5% em todas as 10 áreas amostradas. O número de espécies diminuiu conforme aumentou a frequência de ocorrência nos locais, seguindo o padrão de frequência de ocorrências nas observações como um todo (Fig. 5b).

a)



b)

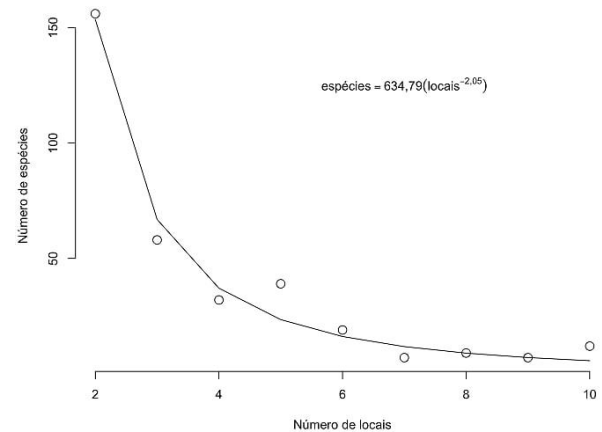


Figura 5. Em (a), distribuição do número de espécies que ocorreram entre 2 e 14 semanas. A curva indica o ajuste exponencial decrescente obtido por iteração do número de espécies em função do número de semanas. A equação representa a forma algébrica dessa curva. Em (b), distribuição do número de espécies que ocorreram em até 10 locais de coleta. A curva indica o ajuste exponencial decrescente obtido por iteração do número de espécies em função do número de locais em que essas espécies ocorreram. A equação representa a forma algébrica dessa curva.

Entre as 12 espécies que ocorreram em todos os locais, nenhuma foi de insetos coloniais. A espécie colonial mais frequente foi *Labidus praedator*, que ocorreu em nove locais. As demais espécies coloniais ocorreram em até cinco locais.

Em média, cada local amostrou 10% da comunidade de insetos (em número de indivíduos ou de espécies), sendo que a metade dos locais (50%) amostrou entre 7% e 13% das espécies. Nenhum local amostrou menos de 5% das espécies. Entretanto, dois amostraram

menos de 5% de indivíduos e outros dois mais de 15% do número de espécies na amostra (Fig. 6a).

Considerando-se apenas os insetos não coloniais, o local com o menor número de indivíduos amostrados teve 530 insetos (173 espécies). O número rarefeito com esse tamanho amostral foi de aproximadamente 249 com erro padrão de 9,7 espécies (Fig. 6b). Em cada local esse número foi menor do que 200 espécies em amostras do mesmo tamanho (530 insetos).

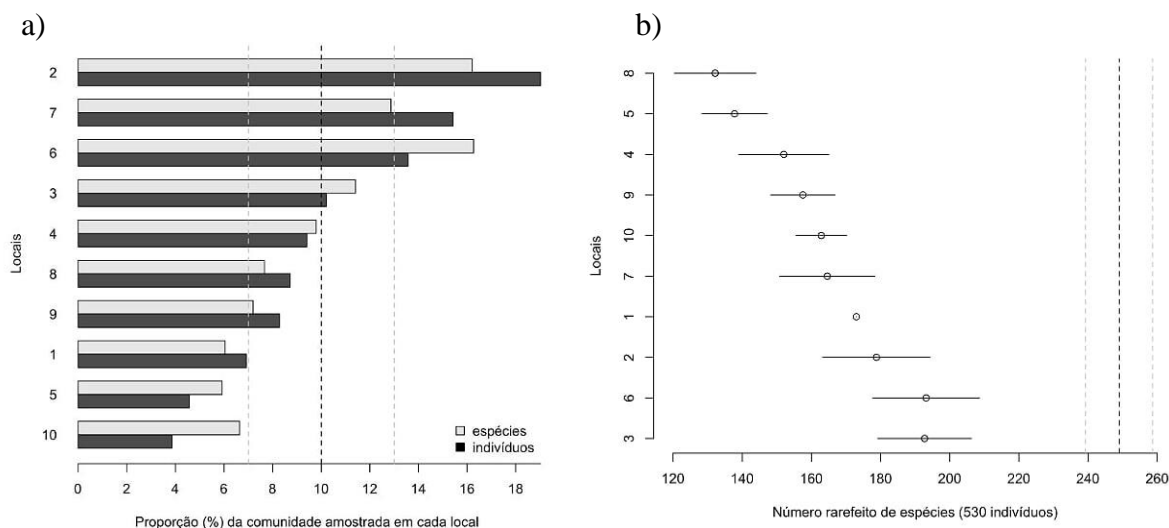


Figura 6. Em (a), representatividade da comunidade de insetos em cada um de 10 cultivos da agricultura familiar. A linha tracejada em preto indica a porcentagem média e as em cinza o intervalo aproximado entre os primeiros e terceiros quartis dessas porcentagens (50% dos locais com porcentagens mais próximas à média). Em (b), rarefação de espécies de insetos em cultivos da agricultura de produção familiar. As linhas horizontais representam intervalos de confiança de 95% (dois erros padrões ao redor da média) do número médio de espécies em amostras de 530 indivíduos, enquanto as linhas tracejadas na vertical indicam o número rarefeito de espécies (em preto) em todos os locais e seu intervalo de confiança de 95% (em cinza) para amostras de 530 insetos.

Em média para cada local foi registrado cerca de 14% das espécies, sendo que 50% dos locais tiveram entre 186 (primeiro quartil) e 364 (terceiro quartil) espécies, o local mais rico teve quase 486 e o menos diverso 173 (Fig. 7a). Além da variação espacial em riqueza de espécies percebida entre os locais de cultivo, ao longo do período desse estudo, o número de espécies diminuiu a partir da nona semana. Considerando-se as sobreposições de intervalos de confiança de 95%, o número rarefeito de espécies em amostras de 480 insetos diminuiu da 11ª semana em diante (Fig. 7b).

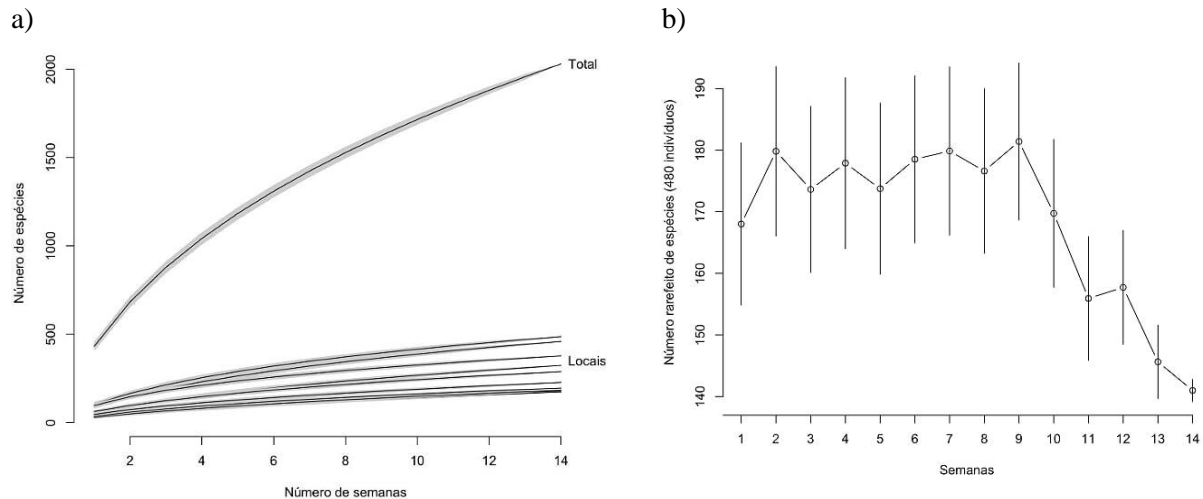


Figura 07. Em (a), curvas de acumulação de espécies de insetos não coloniais (2030 espécies ao todo) durante 14 semanas em 10 locais com cultivo da agricultura familiar. As áreas em cinza indicam intervalos de confiança de 95% para o número médio de espécies estimado por rarefação. Em (b), variação em riqueza de espécies em amostras aleatórias de 480 indivíduos da comunidade de insetos durante 14 semanas em 10 cultivos da agricultura familiar.

DISCUSSÃO

Apesar de o manejo agrícola ser convencional e dependentes de pesticidas observamos que essa comunidade é composta por muitas espécies pouco abundantes e poucas espécies muito abundantes. Como cada local contribuiu com cerca de 10% das espécies de insetos amostradas, avaliamos que esses locais representam subconjuntos de espécies diferentes, com muitas espécies exclusivas e, conseqüentemente, alta diversidade beta (β).

Considerando-se que a distribuição de abundância relativa é caracterizada como sendo número total e a abundância de espécies em uma comunidade (Pachepsky et al. 2001), muitas das espécies exclusivas em nossas amostras foram singletons e doubletons. Neste sentido, apesar dos modelos de distribuição de espécies serem considerados insuficientes, as espécies raras apresentam papéis críticos para a conservação da biodiversidade biológica (Chongliang et al. 2020).

Como estudamos ambientes alterados (neste caso os agrícolas), sugerimos que a diversidade de espécies raras amostradas se apoia em evidências empíricas de ocorrência ocasional nos sistemas de agricultura. Entretanto, a observação de que algumas espécies em comunidades ecológicas são excepcionalmente abundantes, enquanto a maioria são raras foi relatado por Preston (1948) e reforçado por Magurran e Henderson (2003).

Por outro lado, a região dos cultivos amostrados (ambiente amazônico) pode explicar a riqueza das espécies exclusivas (singletons, doubletons, raras e comuns) explicando desta forma que a comunidade de insetos amostradas em nosso estudo é dominada por espécies raras ou ocasionais já que singletons e doubletons podem ser espécies localmente raras ou simplesmente terem ocorrido na amostragem de forma ocasional. Neste sentido, em regiões cobertas por Floresta Tropical há uma elevada riqueza de insetos (Lewis e Basset 2007; Vasconcelos e Bruna 2012), suas comunidades apresentam tendência para espécies raras, sendo que singletons geralmente representam mais da metade das espécies (Preston 1948; Price et al. 1995; Novotný e Basset 2000). Em fitófagos, esse padrão de raridade parece estar associado as plantas hospedeiras que também são raras (Hopkins et al. 2002). A movimentação desses organismos entre habitats naturais e agrícolas é um processo subjacente aos padrões de riqueza e abundância em ambos (González et al. 2016), sendo que os recursos alimentares disponíveis nos ambientes cultivados podem ter proporcionado o deslocamento das espécies de insetos (coloniais e não coloniais).

Nos locais agrícolas amostrados, várias espécies vegetais eram cultivadas devido a forma de manejo. Esta maior diversidade de plantas pode beneficiar insetos, aspecto que contribui com a abundância de fitófagos. Cada espécie cultivada representa uma quantidade suficiente de recurso vegetal disponível, especialmente na fase de crescimento do vegetal, aspecto que favorece grandes populações de herbívoros. Esse fator explica o conjunto de espécies fitófagas pouco diversificado em relação à comunidade geral de insetos, assim como de onívoros e detritívoros.

Por outro lado, em sistemas agrícolas diversificados a comunidade de insetos é sempre maior, quando comparada a ambientes mais simplificados (Altieri et al. 2012). Nesses espaços, os fitófagos, por exemplo além de sua função na regulação de plantas, servem de presas ou hospedeiros alternativos (Altieri et al. 2003; Altieri et al. 2008). Em condições naturais, os recursos vegetais adjacentes aos cultivos funcionam como um suporte ecológico adequado na paisagem agrícola e são essenciais na conservação da entomofauna (Landis et al. 2000).

Apesar de que em ambientes de cultivos com tamanho menores, os inimigos naturais (predadores e parasitoides) tendem a ser mais abundantes devido a influência do deslocamento pela conectividade proporcionada pelos sistemas agrícolas com outros tipos de habitat (Haan et al. 2020), o padrão de populações grandes e baixa diversificação não se

repetiu em predadores, parasitoides e polinizadores em nosso estudo. Esses grupos tiveram populações proporcionalmente menores, entretanto com maior diversidade em espécies. No entanto, esse resultado evidencia que a comunidade possui um conjunto de espécies de inimigos naturais diversificados que podem auxiliar no controle desses fitófagos usando estratégias, momentos e lugares diferentes (Ives et al. 2005; Snyder 2019).

Apesar da diversidade nas culturas, em duas localidades amostradas constatamos menos de 5% das espécies do total geral. Esses locais possivelmente tiveram influências externas, sendo provável maior intensificação por exemplo, de insumos químicos. A intensificação do manejo com a aplicação de doses maiores de inseticidas pode ter sido o motivo do índice reduzidos de espécie nos dois locais. O uso de pesticidas de formulação não seletivo, na agricultura, tem sido relatado como sendo a causa dos altos níveis de perturbação nos sistemas agrícolas com efeitos negativos sobre a diversidade da fauna, especialmente os insetos inimigos naturais (Lojka et al. 2011; Roubos et al. 2014).

A distribuição de abundância das espécies dominadas por lepidópteros Pieridae e Nymphalidae, condiz com os padrões gerais da biodiversidade mundial. Essas famílias são as que apresentam maior diversidade de espécies na ordem (Solis e Pogue 1999). Constatamos que a abundância de pierídeos, de ocorrência em 132 das 140 observações está relacionada ao cultivo de crucíferas do gênero *Brassica*, como a couve. Algumas espécies de plantas da família Brassicaceae constituem-se em vegetais utilizadas na alimentação humana, de elevada importância econômica e facilmente atacada por larvas de pierídeos (Hooks e Johnson 2003).

Explicação semelhante pode ser aplicada a ampla distribuição e abundância de ninfalídeos. A ocorrência desses insetos nas áreas amostradas está relacionada a cultura do maracujazeiro, planta preferida desses lepidópteros em ambientes agrícolas (Gil-Santana e Tavares 2006). Entretanto, tanto os pierídeos como os ninfalídeos geralmente são insetos oportunistas que compartilham algumas características tais como, adaptação às modificações ambientais, alta mobilidade, grande capacidade de dispersão, ocorrência de várias gerações por ano e larvas exclusivamente herbívoras. Os ninfalídeos são comumente encontrados em habitats secundários como bordas e sistemas agrícolas (condições adequadas ao desenvolvimento larval), inclusive para as espécies generalistas (Paz et al. 2008; Andrade e Teixeira 2017).

Entre os 10 grupos mais abundantes, os gêneros *Solenopsis* (Hymenoptera: Formicidae) colonial e *Dalbulus* (Hemiptera: Cicadellidae) não colonial, foram as mais frequentes. No geral, sete das espécies desses grupos foram formigas (coloniais) *Solenopsis* e três cicadélídeos (não coloniais) do gênero *Dalbulus*.

A abundância das formigas *Solenopsis*, que são onívoras ocorre em função de sua alta capacidade adaptativa e invasiva em todos os ambientes terrestres (Gotzek e Ross 2007). O gênero é nativo da América do Sul, de distribuição cosmopolita, possui enorme diversidade em espécies (Wilson 1952), de distribuição em todas as regiões brasileiras (Ross et al. 2010), sendo que na agricultura, o inseto é considerado praga (Morrison et al. 2004). Entretanto, por serem insetos onívoros, com comportamento de recrutamento (uma formiga encontra alimento e informa as demais da mesma colônia, o que aumenta a sua abundância em torno deste alimento), nos agroecossistemas, essas formigas compõem o grupo mais abundante de predadores (Lange et al. 2008).

O manejo tradicional, utilizado pelas famílias como ambientes cultivados com diversas espécies vegetais, pode ter contribuído com a abundância observada de formigas do gênero *Solenopsis*. É evidente que em ambientes com maior diversificação vegetal, a área de forrageamento é maior e conseqüentemente a disponibilidade de alimento também é maior. Em sistemas agrícolas estruturalmente mais complexos, o habitat se torna mais adequado a atividade dessa espécie de formiga, assim como para outras espécies, inclusive outros insetos (Fernandes et al. 2018).

Já a abundância dos cicadélídeos *Dalbulus*, insetos também conhecidos como cigarrinha-do-milho se deve a presença dessa cultura em algumas áreas amostradas. No entanto, como o inseto foi registrado em todas as áreas, a abundância também pode estar relacionada com a presença das variedades de gramíneas de crescimento espontâneo no meio das culturas e pastagem no entorno dos sistemas agrícolas. Tipicamente essas espécies utilizam-se desses vegetais (gramíneas nativas) em períodos de entressafra (Carlioni et al. 2013). Essas cigarrinhas, apesar de serem sensíveis as mudanças da paisagem (Rösch et al. 2013) são reportadas em países latino-americanos como sendo uma das principais pragas da cultura do milho (Marucci et al. 1999; Moya-Raygoza et al. 2007).

Das 50 espécies mais abundantes, somente quatro, do gênero *Edessa* (Hemiptera: Heteroptera, Pentatomidae), fitófago não colonial, apareceram entre 25 *Solenopsis* e 21

Dalbulus. Alguma espécie vegetal do cultivo pode ter contribuído para a ocorrência de *Edessa*, já que sua abundância se concentrou em apenas um dos locais amostrados. Esses percevejos são polípagos, com preferência alimentar por vegetais do grupo das solanáceas e leguminosas (Panizzi 2000). Na área amostrada, onde ocorreu abundância desse hemíptero, o almeirão foi a cultura infestada pelo *Edessa* (observação feita pelo agricultor proprietário do local). Apesar da preferência alimentar por essa cultura não ser ‘comum’ na literatura, o primeiro registro de *Edessa* em plantas de almeirão foi relatado em um experimento a campo no Estado do Pará (Krinski 2012).

A presença do formicídeo *Labidus praedator* em nove das 10 localidades amostradas reflete sua característica de ampla distribuição na região. Essas formigas, de comportamento legionário, predadoras generalistas, apresentam enorme capacidade de forragear em diferentes ambientes agrícolas, exercendo importante papel na regulação populacional de outros insetos (Fernandes et al. 2005; Kaminski et al. 2009), especialmente aqueles de plantas de porte baixo (Fernandes et al. 2005). A espécie é considerada um importante predador de artrópodes, de forte impacto ecológico na estruturação das comunidades de invertebrados (Monteiro et al. 2008; Kraus et al. 2015), podendo ser encontrada em todos ecossistemas terrestres do continente americano (Barth et al. 2015).

A comunidade de insetos se tornou simplificada no final do período amostrado, especialmente nas seis últimas semanas. A diminuição das espécies e de indivíduos observada está associada ao ciclo das culturas temporárias, ou seja, a medida que os vegetais cultivados completaram seu desenvolvimento, os recursos alimentares como folhas, flores e frutos possivelmente se tornaram mais escassos. O declínio de espécies e de indivíduos ao longo do tempo está de acordo com os padrões esperados em um modelo exponencial decrescente já que a composição da comunidade de insetos dependeu sensivelmente da disponibilidade dos recursos alimentares da estrutura vegetativa das culturas.

Uma das espécies que ocorreu nas 14 semanas ficou acima do esperado pelo modelo exponencial decrescente. Essa espécie parece ter encontrado condições bióticas e abióticas favoráveis durante todo o período amostrado, como por exemplo, temperatura e umidade. Sugerimos que essa espécie seja um fitófago com dieta alimentar alternativa e grande capacidade para de migrar de culturas, já que alguns herbívoros podem apresentar um grau considerável de plasticidade no comportamento de seleção das plantas hospedeiras e com isso obter vantagem com a modificação de um ambiente (Wang et al. 2017).

A variação espacial na composição das espécies incluindo a ocorrência de 12 espécies em 100% das áreas amostradas pode ter sido resultado da influência exercida pelas áreas de vegetação nativa ao redor do sistema agrícola. Os habitats naturais do entorno de ambientes cultivados são necessários para a oferta de recursos adequados aos insetos como exemplo, os inimigos naturais de fitófagos. A estrutura da paisagem circunvizinha aos sistemas agrícolas é relatada como sendo importantes no fornecimento de refúgio aos insetos em condições de distúrbios agrícolas por exemplo, permitindo que as espécies sobrevivam no período de entressafra e depois colonizem novamente os ambientes agrícolas (Karp et al. 2018).

De maneira geral esperávamos encontrar neste estudo, ambientes menos biodiversos e uma comunidade de insetos menos simplificada, considerando que a manipulação dos sistemas agrícolas amostrados baseia-se em práticas convencionais. A diversificação vegetal das espécies cultivadas e as práticas de manejo menos intensivas (se comparadas à agricultura mecanizada) em escalas espaciais pode ter favorecido a comunidade de insetos nos cultivos, já que cada local apresentou diferença significativa no quantitativo de insetos em espécies e indivíduos.

REFERÊNCIAS

Altieri MA, Silva EN, Nicholls CI (2003) O papel da biodiversidade no manejo de pragas. Holos, Ribeirão Preto - SP

Altieri MA, Nicholls CI, Ponti L (2008) Controle biológico de pragas através do manejo de agroecossistemas. Ministério do Desenvolvimento Agrário – MDA, Brasília – DF

Altieri MA, Silva EN, Nicholls CI (2012) Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável. 3ª Edição Revisada e Ampliada – Expressão Popular, São Paulo – SP

Andrade DA, Teixeira IRV (2017) Diversidade de Lepidoptera em um fragmento florestal em Muzambinho, Minas Gerais. Ciências Florestais 27:1229-1241. <https://doi.org/10.5902/1980509830311>

Arias JR, Penny NA (1978) Entomofauna da bacia amazônica. Supl. Acta Amazônica 9:103-107. <https://doi.org/10.1590/1809-43921979094s103>

Arima EY, Walker RT, Perz S, Souza Jr C (2016) Explaining the fragmentation in the Brazilian Amazonian forest. *Journal of Land Use Science* 11:257-277.
<https://doi:10.1080/1747423X.2015.1027797>

Baldi G, Guerschman JP, Paruelo JM (2006) Characterizing fragmentation in temperate South America grasslands. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 116:197-208.
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.02.009>

Barth MB, Moritz RFA, Kraus FB (2015) Genetic differentiation at species level in the Neotropical army ant *Labidus praedator*. *Insectes Sociaux* 62:299–306.
<https://doi.org/10.1007/s00040-015-0410-x>

Beketov MA, Kefford BJ, Schafer RB, Liess M (2013) Pesticides reduce regional biodiversity of stream invertebrates. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110:11039–11043.
<https://doi:10.1073/pnas.1305618110>

Bellamy AS, Svensson O, Van Den Brink PJ, Gunnarsson J, Tedengren M (2018) Insect community composition and functional roles along a tropical agricultural production gradient. *Environmental Science and Pollution Research* 25:13426–13438.
<https://doi.org/10.1007/s11356-018-1818-4>

Bernasconi P, Abad R, Micol L (2008) Diagnóstico da Cobertura e Uso do Solo e das Áreas de Preservação Permanente Município de Colíder – MT.
https://www.icv.org.br/drop/wpcontent/uploads/2013/08/diagnostico_ambiental_coliderpdf.pdf
f. Acessado em 15 de setembro de 2019

Bobo KS, Waltert M, Fermon H, Njokagbor J, Mühlenberg M (2006) From forest to farmland: butterfly diversity and habitat associations along a gradient of forest conversion in Southwestern Cameroon. *Journal of Insect Conservation* 10:29–42.
<https://doi:10.1007/s10841-005-8564-x>

Borror DJ, Triplehorn CA, Johnson NF (2002) An introduction to the study of insects. Saunders College Publishing, Philadelphia

Bortolotto OC, Junior AOM, Hoshino AT, Campos TA (2016) Distance from the edge of forest fragments influence the abundance of *Aphidophagous hoverflies* (Diptera: Syrphidae)

in wheat fields. Acta Scientiarum 38:157-164.
<https://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v38i2.27711>

Brasil. Departamento Nacional de Produção Mineral (1976) Projeto Radam Brasil – Radar na Amazônia: geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Folha Belém SA.22. Rio de Janeiro – RJ

BRASIL. Ministério da Economia - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Censo Agropecuário 2017: Resultados Definitivos 8:1-105. Rio de Janeiro – RJ

Cabacinha CD, Castro SS, Gonçalves DA (2010) Análise da estrutura da paisagem da alta bacia do rio Araguaia na savana brasileira. Floresta (Curitiba) 40: 675-690

Carlóni E, Caroane P, Paradell S, Laguna I, Giménez Pecci MP (2013) Presence of *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) and of *Spiroplasma kunkelii* in the Temperate Region of Argentina. Journal of Economic Entomology 106:1574–1581.
<https://doi.org/10.1603/EC12323>

Chaplin-Kramer R, O'Rourke ME, Blitzer EJ, Kremen C (2011) A meta-analysis of crop pest and natural enemy response to landscape complexity. Ecology Letters 14:922-932.
<https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2011.01642.x>

Chongliang Z, Chen Y, Xu B, Xue Y, Ren Y (2020) Improving prediction of rare species' distribution from community data. Scientific Reports 10:12.230.
<https://10.12230.10.1038/s4159802069157-x>

Diniz S, Prado PI, Lewinsohn TM (2010) Species richness in natural and disturbed habitats: Asteraceae and Flower-head insects (Tephritidae: Diptera). Neotropical Entomology 39:163-171. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2010000200004>

Duelli P, Obrist MK (2003) Regional biodiversity in an agricultural landscape: the contribution of seminatural habitat islands. Basic and Applied Ecology 4:129–138.
<https://doi.org/10.1078/1439-1791-00140>

Fernandes GW, Fagundes M, Greco MKB, Barbeitos MS, Santos JC (2005) Ants and their effects on an insect herbivore community associated with the inflorescences of *Byrsonima*

crassifolia (Linnaeus) H.B.K. (Malpighiaceae). *Revista Brasileira de Entomologia* 49:264-269. <https://dx.doi.org/10.1590/S0085-56262005000200011>

Fernandes WD, Lange D, Pereira J, Raizer J (2018) Ant Community in Neotropical Agrosystems: A Four-Year Study in Conventional and No-Tillage Systems. *Sociobiology* 65:130-137. <https://doi:10.13102/sociobiology.v65i2.1204>

Ferreira JCV (2001) Mato Grosso e seus Municípios. Secretaria de Estado da Educação. Buriti, Cuiabá – MT

Forero-Medina G, Vieira MV (2007) Conectividade funcional e a importância da interação organismo-paisagem. *Oecologia Brasiliensis* 11:493-502. <https://doi:10.4257/oeco.2007.1104.03>

Garbach K, Milder JC, Montenegro M, Karp DS, DeClerck FAJ (2014) Biodiversity and Ecosystem Services in Agroecosystems. *Encyclopedia of Agriculture and Food Systems* 2:21-40. <https://doi:10.1016/B978-0-444-52512-3.00013>

Gil-Santana HR, Tavares MT (2006) *Palmistichus elaeisis* Delvare e LaSalle (Hymenoptera, Eulophidae): um novo parasitoide de *Dione juno juno* (Cramer) (Lepidoptera, Nymphalidae). *Revista Brasileira de Zoologia* 23:891-892. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752006000300040>

González E, Salvo A, Defagó MT, Valladares G (2016) A Moveable Feast: Insects Moving at the Forest-Crop Interface Are Affected by Crop Phenology and the Amount of Forest in the Landscape. *PLoS One* 11:e0158836. <https://doi:10.1371/journal.pone.0158836>

Gotzek D, Ross KG (2007) Genetic regulation of colony social organization in fire ants: an integrative overview. *The Quarterly Review of Biology* 82:201–226. <https://doi:10.1086/519965>

Haan LN, Zhang Y, Landis DA (2020) Predicting landscape configuration effects on agricultural pest suppression. *Trends in Ecology & Evolution* 35:175-186. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2019.10.003>

- Habel JC, Schmitt T (2018) Vanishing of the common species: Empty habitats and the role of genetic diversity. *Biological Conservation* 218:211-216. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2017.12.018>
- Haddad N, Brudvig L, Clobert J et al (2015) Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth ecosystems. *Science Advances* 1:e1500052. <https://doi:10.1126/sciadv.1500052>
- Hanski I (2005) Landscape fragmentation, biodiversity loss and the societal response. The long-term consequences of our use of natural resources may be surprising and unpleasant. *EMBO Reports* 6:388–392. <https://doi:10.1038/sj.embor.7400398>
- Hens L, Boon EB (2003) Causes of Biodiversity Loss: A Human Ecological Analysis. *MultiCiencia*. https://www.multiciencia.unicamp.br/artigos_01/A1_HensBoon_ing.PDF. Acessado em 21 de janeiro de 2020.
- Hooks CRR, Johnson MW (2003) Impact of agricultural diversification on the insect community of cruciferous crops. *Crop Protection* 22:223-238. [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(02\)00172-2](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(02)00172-2)
- Hopkins GW, Thacker JI, Dixon AFG, Waring P, Telfer MG (2002) Identifying rarity in insects: the importance of host plant range. *Biological Conservation* 105:293–307. [https://doi:10.1016/S0006-3207\(01\)00203-8](https://doi:10.1016/S0006-3207(01)00203-8)
- Ives AR, Cardinale BJ, Snyder WE (2005) A synthesis of subdisciplines: predator-prey interactions, and biodiversity and ecosystem functioning. *Ecology Letters* 8:102-116 <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2004.00698.x>
- Jackson HE, Farhig L (2013) Habitat Loss and Fragmentation. *Encyclopedia of Biodiversity* 4:50-58. <https://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-384719-5.00399-3>
- Jankielsohn A (2018) The Importance of Insects in Agricultural Ecosystems. *Advances in Entomology* 6:62-73. <https://doi:10.4236/ae.2018.62006>
- Kalamandeen M, Gloor E, Mitchard E, Quincey D, Ziv G, Spracklen D, Spracklen B, Adami M, Aragão LEOC, Galbraith D (2018) Pervasive Rise of Small-scale Deforestation in Amazonia. *Scientific Reports* 8:1-10. <https://doi:10.1038/s41598-018-19358-2>

- Kaminski LA, Sendoya SF, Freitas AVL, Oliveira OS (2009) Ecologia comportamental na interface formiga-planta-herbívoros: Interações entre formigas e lepidópteros. *Oecologia Brasiliensis* 13:27-44. <https://doi:10.4257/oeco.2009.1301.03>
- Karp D, Chaplin-Kramer R, Meehan TD et al (2018) Crop pests and predators exhibit inconsistent responses to surrounding landscape composition. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 115: 7863-7870. <https://doi:10.1073/pnas.1800042115>
- Kraus F, Moritz R, Barth B (2015). Genetic differentiation at species level in the Neotropical army ant *Labidus predator*. *Insectes Sociaux* 62:1-12. <https://doi:10.1007/s00040-015-0410-x>
- Krinski D (2012) First report of phytophagous stink bug in chicory crop. *Ciência Rural - Santa Maria/RS* 43:42-44. <https://doi:10.1590/S0103-84782012005000127>
- Landis D, Wratten S, Gurr G (2000) Habitat Management to Conserve Natural Enemies of Arthropod Pests in Agriculture. *Annual review of entomology* 45:175-201. <https://doi:10.1146/annurev.ento.45.1.175>
- Lange D, Fernandes WD, Raizer J, Faccenda O (2008) Predacious Activity of Ants (Hymenoptera: Formicidae) in Conventional and in No-till Agriculture Systems. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 51:1199-1207. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132008000600015>
- Leventon J, Schaal T, Sarah Velten S, Dänhardt J, Fischer J, Abson DJ, Jens Newig (2017) Collaboration or fragmentation? Biodiversity management through the common agricultural policy. *Land Use Policy* 64:1–12. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.02.009>
- Lewis OT, Basset Y (2007) Insect Conservation in Tropical Forests. *Insect Conservation Biology: Proceedings of the Royal Entomological Society's 23rd Symposium*. 34-56. http://stri-sites.si.edu/sites/basset/PdFs/Copy%20of%20Stewart_Ch02.pdf. Acessado em 23 de maio de 2019
- Lindenmayer DB, Nix, HA (1993) Ecological Principles for the Design of Wildlife Corridors. *Conservation Biology* 7:627-631. <https://doi:10.1046/j.1523-1739.1993.07030627.x>

Lojka B, Perry J, Kubík Š, Polesny Z (2011) Assessment of insect biological diversity in various land use systems in the Peruvian Amazon. In: Amazon Basin. ISBN: 978-1-60741-463, Nova Science

Lu ZX, Zhu P-Y, Gurr GM, Zheng XS, Read DM, Heong KL, Yang YJ, Xu HX (2014) Mechanisms for flowering plants to benefit arthropod natural enemies of insect pests: Prospects for enhanced use in agriculture. *Insect Science* 21:1–12. <https://doi:10.1111/1744-7917.12000>

Magurran A, Henderson P (2003) Explaining the excess of rare species in natural species abundance distributions. *Nature* 422:714–716. <https://doi.org/10.1038/nature01547>

Maitelli GT (2005) Interações atmosfera-superfície: o clima. Geografia de Mato Grosso: território, sociedade e ambiente. Entrelinhas/EDUFMT, Cuiabá - MT

Marucci RC, Cavichioli RR, Zucchi RA (1999) Chave para as espécies de cigarrinhas (Hemiptera: Cicadellidae: Cicadellinae) vetoras da clorose variegada dos citros (CVC). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 28:439-446. <https://doi.org/10.1590/S0301-80591999000300008>

Médiène S, Valantin-Morison M, Jean-Pierre S, Tourdonnet S (2011) Agroecosystem management and biotic interactions: a review. *Agronomy for Sustainable Development* 31:491-514. <https://doi:10.1007/s13593-011-0009-1>

Miranda L, AMORIM L (2001) Atlas Geográfico de Mato Grosso. Entrelinhas, Cuiabá – MT

Monteiro AFM, Sujji ER, Morais HC (2008) Chemically based interactions and nutritional ecology *Labidus praedator* (Formicidae: Ecitoninae) in an agroecosystem adjacent to a gallery forest. *Revista Brasileira de Zoologia* 25:676-681. <https://www.scielo.br/pdf/rbzool/v25n4/12.pdf>

Moreira MLC, Vasconcelos TNN (2007) Mato Grosso: Solos e Paisagens. Entrelinhas, Cuiabá - MT

Morrison LW, Porter SD, Daniels E, Korzukhin MD (2004) Potential global range expansion of the invasive fire ant, *Solenopsis invicta*. *Biological Invasions* 6:183–19. <https://doi.org/10.1023/B:BINV.0000022135.96042.90>

Moya-Raygoza G, Hogenhout SA, Nault LR (2007) Habitat of the Corn Leafhopper (Hemiptera: Cicadellidae) during the Dry (Winter) Season in Mexico. *Environmental Entomology* 36:1066-72. [https://doi.10.1603/0046-225x\(2007\)36\[1066:hotclh\]2.0.co;2](https://doi.10.1603/0046-225x(2007)36[1066:hotclh]2.0.co;2)

Nicholls CI, Altieri MA (2012) Plant biodiversity enhances bees and other insect pollinators in agroecosystems: a review. *Agronomy for Sustainable Development* 33:257-274. <https://doi:10.1007/s13593-012-0092-y>

Nicholls CI, Altieri MA, Vazquez L (2016) Agroecology: Principles for the Conversion and Redesign of Farming Systems. *Journal of Ecosystem and Ecography* S5:010. <https://doi:10.4172/21577625.S5-010>

Novotný, V, Basset Y (2000) Rare species in communities of tropical insect herbivores: pondering the mystery of singletons. *Oikos*, 89:564–572. <https://doi.org/10.1034/j.16000706.2000.890316.x>

Oksanen J, Blanchet FG, Friendly M, Kindt R, Legendre P, McGlinn D, Minchin PR, O'Hara RB, Simpson GL, Solymos P, Stevens MHH, Szoecs E, Wagner H (2019) Vegan: Community Ecology Package. R package version 2.5-6. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>. Acesso 16 de fevereiro de 2020

Pachepsky E, Crawford J Bown J, Squire G (2001) Towards a general theory of biodiversity. *Nature* 410:923–926 <https://doi.org/10.1038/35073563>

Panizzi AR (2000) Suboptimal nutrition and feeding behavior of hemipterans on less preferred plant food sources. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 29:1-12. <https://doi.org/10.1590/S0301-80592000000100001>

Paz ALG, Romanowski HP, Morais ABB (2008) Nymphalidae, Papilionidae e Pieridae (Lepidoptera: Papilionoidea) da Serra do Sudeste do Rio Grande do Sul, Brasil. *Biota Neotropica* 8:141-149. <https://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032008000100017>

Podgaiski LR, Mendonça Jr MS, Pillar VD (2011) O uso de Atributos Funcionais de Invertebrados terrestres na Ecologia: o que, como e por quê? (2011) *Oecologia Australis* 15:835-853. <https://dx.doi.org/10.4257/oeco.2011.1504.05>

Preston FW (1948) The Commonness and rarity of species. *Ecology* 29:254-283. <https://doi.org/10.2307/1930989>

Price PW, Diniz IR, Morais HC, Evelyn SA, Marques ESA (1995) The Abundance of Insect Herbivore Species in the Tropics: The High Local Richness of Rare Species. *Biotropica* 27:468-478. <https://doi.org/10.2307/2388960>

R Core Team (2019) R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>

Rafael JA, Melo GAR, Cesari AS, Constantino R (2012) *Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia*. Holos, Ribeirão Preto – SP

Rösch V, Tschardt T, Scherber C, Batáry P (2013) Landscape composition, connectivity and fragment size drive effects of grasslands grassland fragmentation on insect communities. *Journal of Applied Ecology* 2:387-394. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12056>

Ross KG, Gotzek D, Ascunce MS, Shoemaker DD (2010) Species delimitation: a case study in a problematic ant taxon. *Systematic Biology* 59:162-184. <https://doi.org/10.1093/sysbio/syp089>

Roubos CR, Rodriguez-Saona C, Isaacs R (2014) Mitigating the effects of insecticides on arthropod biological control at field and landscape scales. *Biological Control* 75:28–38. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2014.01.006>

Sánchez-Bayo F, Wyckhuys KAG (2019) Worldwide decline of the entomofauna: a review of its drivers. *Biological Conservation* 232:8–27. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.01.020>

Snyder WE (2019) Give predators a complement: Conserving natural enemy biodiversity to improve biocontrol. *Biological Control* 35:73-82 <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.04.017>

Solis MA, Pogue MG (1999) Lepidopteran biodiversity: patterns and estimators. *American Entomologist* 45:206-212. <https://doi.org/10.1093/ae/45.4.206>

Townes HA (1972) A light-weight Malaise trap. *Entomology News* 83:239-247. <https://www.researchgate.net/attachment/download>. Acesso em 29 de junho de 2018.

Tscharntke T, Clough I, Wanger TC, Jackson L, Motzke I, Perfecto I, Vandermeer J, Whitbread A (2012) Global food security, biodiversity conservation and the future of agricultural intensification. *Biological Conservation* 151:53-59. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.01.068>

Tscharntke T, Steffan-Dewenter I, Kruess A, Thies C (2002) Characteristics of insect populations on habitat fragments: A mini review. *Ecological Research* 17:229–239. <https://doi.org/10.1046/j.1440-1703.2002.00482.x>

Vasconcelos HL, Bruna EM (2012) Arthropod responses to the experimental isolation of Amazonian forest fragments. *Zoologia* 29:515-530. <https://dx.doi.org/10.1590/S1984-46702012000600003>

Wade MR, Gurr GM, Wratten SD (2008) Ecological restoration of farmland: progress and prospects. *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences* 363:831–847. <https://doi:10.1098/rstb.2007.2186>

Wang Y, Ma Y, Zhou D, Gao S, Zhao X, Tang Q, Wang C, van Loon JJA (2017) Higher plasticity in feeding preference of a generalist than a specialist: experiments with two closely related *Helicoverpa* species. *Scientific Reports* 7:1-12. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-18244-7>

Wilson EO (1952) O complexo *Solenopsis saevissima* na América do Sul (Hymenoptera: Formicidae). *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 50:49-59. [http://www.scielo.br/pdf/mioc/v50/tomo50\(fu\)_49-59.pdf](http://www.scielo.br/pdf/mioc/v50/tomo50(fu)_49-59.pdf). Acesso em 05 de janeiro 2020

Wilson MC, Chen X-Y, Corlett RT et al (2016) Habitat fragmentation and biodiversity conservation: key findings and future challenges. *Landscape Ecology* 31:219–227. <https://doi.org/10.1007/s10980-015-0312-3>

Capítulo III

A distância dos remanescentes naturais influencia a diversidade de insetos em ambientes de agricultura familiar!

A distância dos remanescentes naturais influencia a diversidade de insetos em ambientes de agricultura familiar!

RESUMO Os desafios para conciliar produção agrícola e conservação da biodiversidade envolvem diversos aspectos, entre eles os econômicos e os ambientais. Podemos dizer que o desafio ou meta mais abrangente é obter produção economicamente viável e ambientalmente sustentável. A agricultura mecanizada, com enormes áreas dedicadas às monoculturas provoca a perda e a fragmentação das florestas, acelerando a perda da biodiversidade, como a de insetos. Em sistemas de produção familiar, que ocupam áreas menores, com culturas mais diversificadas, o impacto sobre a diversidade de espécies pode ser menor. Neste sistema agrícola, a tendência é de que os cultivos estão mais próximos aos remanescentes florestais, que funcionam como abrigos e fontes de insetos cruciais para a produção. Além disso, muitas plantas dependem diretamente dos polinizadores para produção de frutos e sementes e a diversidade de grupos funcionais gera um controle natural das populações, reduzindo a chance da ocorrência de pragas significativas. Aqui nós verificamos se a distância entre o cultivo e o remanescente florestal amplia a diversidade de insetos em ambientes agrícolas de produção familiar. Para atingir nosso objetivo coletamos insetos semanalmente com o uso de armadilhas Malaise, instaladas durante 120 dias, em 10 áreas de cultivo (cinco próximas e cinco distantes de fragmentos florestais). Mais de 60% das espécies ocorreu nos ambientes agrícolas próximos aos fragmentos de mata e quase 11 % dessas espécies ocorreu também em locais distantes de fragmentos florestais. As espécies dos locais mais distantes são subconjuntos das espécies mais frequentes nos cultivos próximos a fragmentos. Essa variação em composição de espécies também dependeu da semana de amostragem, acompanhando a fenologia das plantas, em diferentes condições de forrageio e características nutricionais aos insetos. Independentemente da distância, do local de cultivo e do tempo, no final do período amostrado, o número de espécies diminuiu devido à redução de recursos vegetais disponíveis. Nesse contexto, em que a diversidade de insetos (riqueza e composição de espécies) dependeu da distância dos cultivos aos fragmentos florestais, concluímos que esses remanescentes aumentam a diversidade de insetos em sistemas agrícolas de base familiar, mantendo bons níveis de produção pelos serviços de polinização e controle das populações de herbívoros.

Palavras-chave: estrutura de comunidades, conservação da biodiversidade, composição de espécies, produção agrícola familiar.

The distance from natural remnant influences on insect diversity in agricultural family farming environments!

ABSTRACT The challenges to reconcile agricultural production and biodiversity conservation involve several aspects, including economic and environmental ones. We can say that the most comprehensive challenge or goal is to obtain economically viable and environmentally sustainable production. Mechanized agriculture with huge areas dedicated to monocultures contributes to the conversion of forests, fragmenting them and accelerating the loss of biodiversity, such as insects. In family production systems, which occupy smaller areas, with more diverse cultures, the impact on species diversity may be less. Furthermore, in this production system, the tendency is that the crops are closer to the forest remnants, which act as shelters and sources of insects. Insects are crucial for agricultural production because, in addition to many plants depending directly on pollinators for fruit and seed production, the diversity of functional groups generates natural population control, reducing the chance of significant pests. Here we show that forest remnants expand the diversity of insects in agricultural crops of family production. To achieve our goal, we weekly collected insects in Malaise traps for 120 days, in 10 cultivation areas (five near and five distant from forest fragments). More than 60% of the species occurred in agricultural environments close to the forest fragments and almost 11% of the species in these crops also occurred in places far from forest fragments. The species from the most distant locations constituted a subset of the most frequent species in crops close to fragments. This variation in species composition also depended on the sampling week, following the phenology of the plants, under different foraging conditions and nutritional characteristics of the insects. Regardless of distance, place of cultivation and time, at the end of the sampled period, the number of species decreased due to the reduction of available plant resources. In this context, where the diversity of insects (richness and species composition) depended on the distance between crops and forest fragments, we conclude that these remnants increase the diversity of insects in family-based agricultural systems, maintaining good levels of production by pollination services and control of herbivore populations.

Key words: community structure, biodiversity conservation, species composition, family agricultural production.

INTRODUÇÃO

Os desafios atuais para conciliar a produção agrícola e a conservação da biodiversidade são grandes. De um lado, a necessidade de produzir cada vez mais alimentos para suprir a demanda populacional, tanto em função de seu crescimento exponencial, como para atender as mudanças no padrão de consumo (Jankielsohn 2018). Do outro, um cenário de crise ambiental com sérios riscos a própria humanidade devido à perda acelerada da biodiversidade global, dentre ela, a de insetos (Hallmann et al. 2017; Sánchez-Bayo e Wyckhuys 2019; Habel et al. 2019; Cardoso et al. 2020).

Nesse cenário, a agricultura tem sido relatada como a responsável pela redução da diversidade biológica em função da perda e fragmentação de florestas (Fahrig 2003; Diniz-Filho et al. 2009; Perrings e Halkos 2015; Rösch et al. 2015; Hass et al. 2018; Liu et al. 2019). Notadamente, entre as diversas consequências da fragmentação, a diminuição de espécies de insetos, cruciais a agricultura, tem sido bastante relatada (Collinge 2000; Kruess e Tschardtke 2000; Driscoll 2004; Vandewoestijne et al. 2005; Foley et al. 2005; Dirzo et al. 2014; Guo et al. 2018; Tu et al. 2019; Habel et al. 2019).

A redução de insetos em função da fragmentação, pode provocar mudanças dos processos físicos e ecológicos dos habitats naturais e nos ambientes agrícolas. As principais funções do ecossistema, como a diminuição da biomassa e alteração dos ciclos de nutrientes são exemplos de como as mudanças afetam os sistemas naturais (Haddad et al. 2015). Além disso, os serviços ecológicos como polinização podem ser reduzidos (Aizen e Feinsinger 1994; Johnson 2004), a produção e dispersão de sementes afetados (Didham et al. 1996; Andresen 2003; Markl et al. 2012) e as populações de predadores e parasitoides diminuídas (Rambaldi e Oliveira 2003). Essas alterações também podem aumentar a herbivoria nos sistemas agrícolas próximos ao fragmento e na vegetação do remanescente (Tschardtke e Brandl 2004).

Apesar das implicações negativas da subdivisão do habitat na paisagem, em regiões onde a floresta primária encontra-se fragmentada, os sistemas agrícolas no entorno podem se aproveitar da diversidade de insetos mantida nos remanescentes naturais (Proesmans 2019). Os insetos constituem um grupo taxonômico essencial para a produção agrícola, incluindo espécies de herbívoros e uma grande variedade de inimigos naturais que ajudam a controlar às suas populações (Zhang et al. 2007). Em sistemas agrícolas, a estratégia de fragmentação

intermediária da conservação de habitat em paisagens dominadas por humanos pode combinar diversas vantagens (Tschardt et al. 2002). Entre as vantagens, na agricultura de produção familiar que ocupa áreas menores, a mobilidade dos insetos influenciada pelos fragmentos pode ser uma estratégia importante para as culturas agrícolas (Ribas et al. 2005), dependentes desses organismos.

Neste sentido, para sustentar a abundância, conservar a diversidade e garantir a colonização de insetos em paisagens agrícolas cultivadas é essencial que as culturas estejam associadas a habitats naturais (Öckinger e Smith 2007; Proesmans et al. 2018; Proesmans 2019). Com essa associação, o deslocamento de insetos para ambientes agrícolas próximos torna-se facilitado, especialmente para os generalistas de hábito fitófago. Entretanto, os insetos como os entomófagos e parasitoides também são beneficiados pela paisagem circundante e podem se deslocar da floresta para os cultivos (González et al. 2016) com forte atuação sobre esses herbívoros, estruturando a comunidade de fitófagos (Tschardt et al. 2002).

De maneira geral, para evitar que os remanescentes existentes continuem diminuindo de tamanho e quantidade, a alternativa viável para amenizar ou estagnar a perda da biodiversidade exige a otimização das áreas já abertas. Assim, os sistemas agrícolas de produção familiar podem ser incentivados como sistemas desejáveis para a manutenção e conservação da biodiversidade por possuírem maior conexão com o ambiente natural. Esses ambientes podem ser o viés de conservação de espécies de insetos que habitam os remanescentes, que se conectam aos cultivos (Quintero e Roslin 2005). Se feito com espécies de plantas alimentares diversificadas, podem impulsionar maior diversidade de espécies que habitam os remanescentes, mas que também são capazes de usar a matriz da paisagem agrícola (Altieri et al. 2007).

Em paisagens de ambientes amazônicos, de ampla biodiversidade, especialmente de insetos, a maioria dos grupos é pouco conhecida (Teston et al. 2012) e a agricultura de base familiar praticada na região, pouco tecnicamente da potencialidade biológica desses seres como aliados a produção para o desenvolvimento de modelos agrícolas mais sustentáveis. A partir de uma ampla literatura relatando os mais diversos benefícios dos insetos para a agricultura, nosso objetivo foi verificar se a distância entre os cultivos os ambientes naturais ampliam a diversidade de insetos nos sistemas agrícolas de produção familiar.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado em áreas de cultivo de base familiar no município de Colíder, localizado na porção centro-norte, mesorregião norte do Estado de Mato Grosso (Moreira e Vasconcelos 2007). Nesse município, o modelo de produção de alimentos nas pequenas propriedades rurais é convencional, dependente de insumos externos como sementes, fertilizantes e pesticidas.

Os locais amostrados são ocupados por pequenos agricultores, em áreas de terra com um tamanho médio de 20 hectares. Essas áreas dominadas por produção familiar estão concentradas em um raio de 30 km do perímetro urbano do município.

No cenário da paisagem agrícola regional, os fragmentos naturais encontram-se esparsos. Esses remanescentes de tamanhos e formas variados, estão intercalados, ora com as áreas cultivadas, ora com as pastagens (principal matriz econômica da região) e são resquícios de uma floresta, que num passado recente cobria esse espaço geográfico.

A região é drenada por rios da sub-bacia hidrográfica do Rio Teles Pires, pertencentes a grande Bacia Amazônica, de cobertura vegetal (atualmente bastante fragmentada) de transição com a Floresta Amazônica. Essa vegetação é composta por formações vegetacionais secundárias, do tipo Floresta Ombrófila Aberta e de contato Savana/Floresta (Brasil 1976).

O clima da região norte mato-grossense de acordo com as adaptações da classificação proposta por Köppen é o Equatorial (devido à proximidade à linha do Equador). Esse clima quente e úmido apresenta pouca variação de temperatura durante o ano e faz parte da unidade Clima Tropical Chuvoso (Af) proposta por Strahler (Ferreira 2001).

Por outro lado, estudos realizados durante o Zoneamento Socioeconômico de Mato Grosso caracterizaram a região como pertencente à Unidade Climática Equatorial Continental com duas estações a seca no outono-inverno com médias anuais de chuvas de 1985 mm e temperaturas médias anuais entre 23°C e 24°C (Miranda e Amorim 2001; Maitelli 2005) e a chuvosa, com as médias anuais de precipitação variando de 1.500 mm a 1.700 mm e tem uma duração de seis meses. Entretanto nos meses mais chuvosos (janeiro a março) a precipitação é de 2.200 a 2.700 mm (Moreira e Vasconcelos 2007).

Coleta dos insetos

Utilizamos armadilhas do tipo Malaise (Townes 1972) instalada no interior das áreas de cultivo (Fig. 1) e deixada no campo durante todo o período amostrado com coleta semanal dos insetos capturados no frasco coletor contendo álcool a 70%. Em áreas abertas, esse tipo de armadilha é a mais difundida para aumentar o número de insetos coletados. Amostramos os insetos em um período de 120 dias, entre os meses de março e junho de 2017.

Ao todo, fizemos 140 observações, sendo 14 coletas por área amostrada com 7 dias de exposição no campo em cada um dos 10 cultivos amostrados. Após retirados do frasco coletor os insetos foram levados para uma base de laboratório, instalada provisoriamente para triagem e identificação.



Fonte: Nobre, N.A.O.

Figura 1. Instalação da armadilha Malaise em uma área de cultivo de produção familiar no município de Colíder – MT, Brasil.

Identificação dos insetos

Os insetos coletados foram separados em morfoespécies (mencionadas somente como espécies daqui para frente) e posteriormente identificados ao nível de família com a colaboração de profissionais taxonomistas de diversas Instituições de Ensino Superior (IES). Após identificado, o material foi depositado nos museus de entomologia das IES (Ver Anexo

3). Estimamos uma perda aproximada de 10% de todo o material coletado em função dos insetos que perderam estruturas importantes e não puderam ser identificados.

Análises estatísticas

Como exploramos e caracterizamos bem a comunidade no primeiro artigo, aqui exploramos as diferenças em distância dos fragmentos mais próximos considerando-se as ocorrências para incluir todas as espécies. Neste sentido, para saber se o número observado de espécies depende da distância ao fragmento de mata mais próximo, considerando-se o período (semanas) e os locais de amostragem, usamos uma análise de variância. Como tínhamos claramente cinco locais próximos a florestas (180 - 250 m) e cinco distantes (700 - 900 m) e não tínhamos amostras em distâncias intermediárias, ao invés de usarmos essa distância como variável contínua nesse teste de hipótese, usamos a distância com essas duas categorias.

Para representar a variação na composição de insetos, fizemos uma ordenação das observações por análise não métrica de escalas multidimensionais (NMDS) a partir das distâncias Bray-Curtis entre cada par de observações pelas ocorrências das espécies com padronização de Hellinger, valorizando assim a forma da distribuição de ocorrências relativizadas pelo total de ocorrências em cada observação. Além disso, de forma a evitar os ruídos da ocorrência de espécies ocasionais, consideramos somente as espécies que ocorreram em 10% ou mais das observações.

RESULTADOS

Capturamos 19.902 insetos de 2.321 espécies, distribuídos em 104 famílias e nove ordens, representando oito guildas tróficas: fitófagos, predadores, parasitoides, onívoros, polinizadores, detritívoros, Stratiomyidae (grupo de dípteros biodiverso especializado em detritivoria e polinização) e hematófagos.

Do total de espécimes capturados, 12.201 (61 %) de 1.494 espécies (64 %) foram em áreas de cultivos próximas aos fragmentos de mata (distância < 250 m em linha reta), sendo que 1.244 espécies (53,6 %) ocorreram exclusivamente nessas áreas. Quase 11 % das espécies nesses cultivos ocorreram também em cultivos distantes de fragmentos florestais (> 700m em linha reta), sendo 827 espécies exclusivas (35,6 %).

O número médio de espécies nas 10 áreas de cultivo foi sempre maior nos locais mais próximos aos fragmentos florestais ao longo das semanas, diminuindo com o passar do tempo da décima semana em diante (Fig. 2).

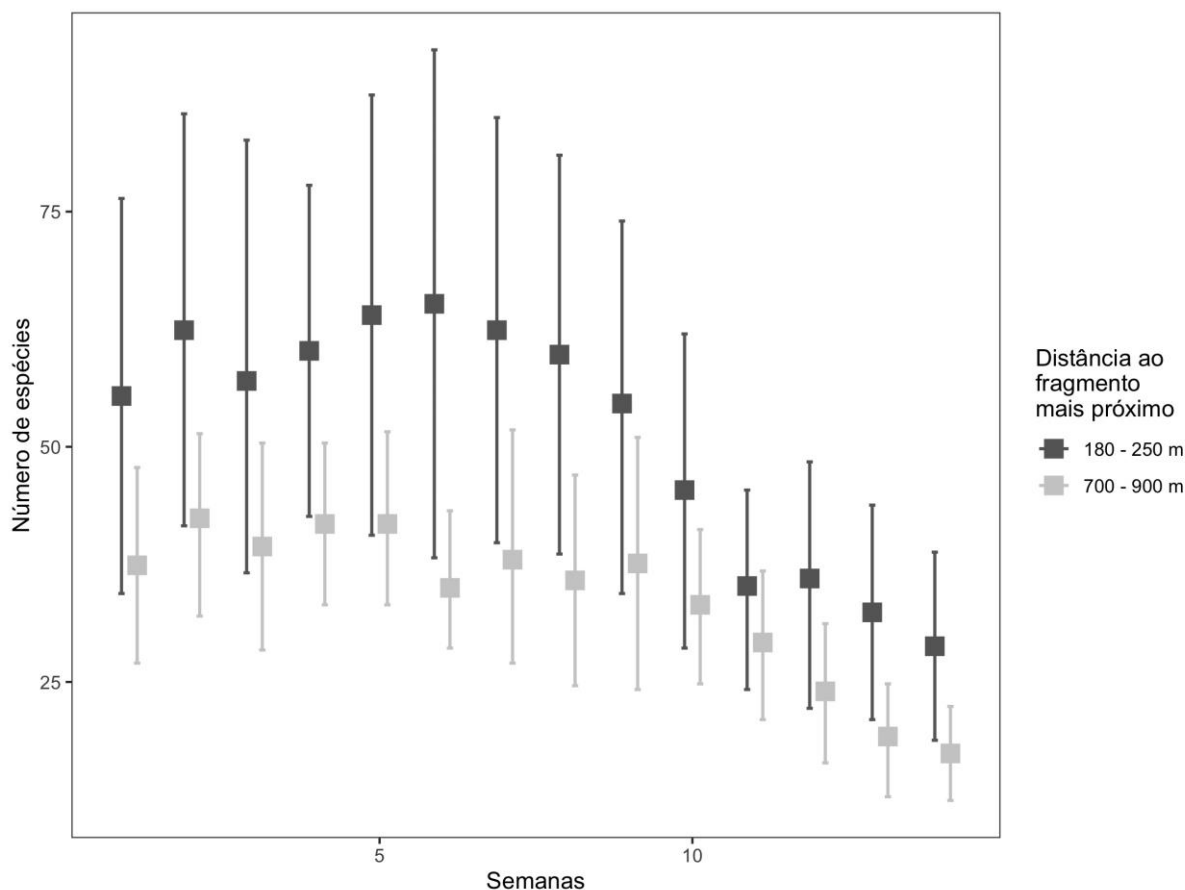


Figura 2. Número das espécies amostradas em 10 áreas de cultivos de produção familiar, sendo cinco mais próximas (180 a 250 m) e cinco mais distantes (700 a 900m) ao fragmento florestal mais próximo. As linhas verticais indicam o intervalo de confiança de 95% do número médio de espécies (intervalo de dois erros padrões ao redor da média).

Uma análise de variância para esse número de espécies em relação as distâncias, data e local explicou a variação em riqueza de espécies, sendo que nos locais próximos ocorreram mais espécies ($F = 68.27$, $gl = 1$ e 117 , $p < 0,001$, Fig. 3a). Entretanto, independentemente da distância, com o passar do tempo o número de espécies diminuiu ($F = 4,15$; $gl = 13$ e 117 , $p < 0,001$, Fig. 3b).

Essa diminuição sugeriu que a variação espacial em relação a distância é mais importante que a variação temporal na riqueza de insetos. Os locais diferiram quanto ao parâmetro (distancia), sendo que ($F = 33,87$; $gl = 8$ e 117 ; $p < 0,001$), num conjunto em que cinco deles foram mais diversos em espécies que os demais.

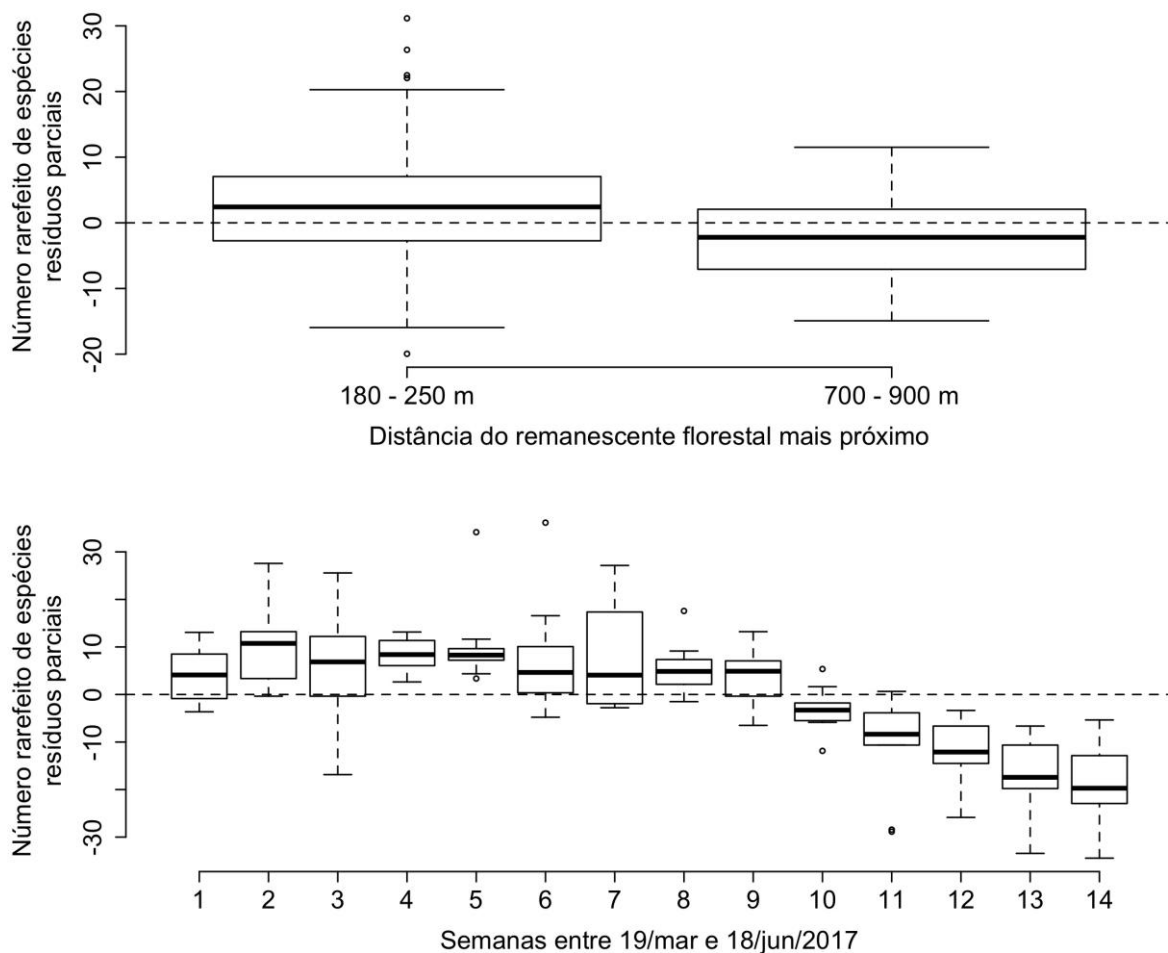


Figura 3. Em (a), distribuições dos resíduos parciais do número de espécies em uma análise de variância para os efeitos da distância ao fragmento mais próximo (a). Em (b), distribuições dos resíduos parciais do número de espécies por semana durante o período amostrado. As linhas tracejadas horizontais indicam efeito nulo (resíduo parcial = 0) sobre a variável resposta (número de espécies). Sendo assim, medianas do número de espécies (linhas horizontais dentro de cada caixa que representam 50% das observações) acima da linha tracejada foram positivamente afetadas pelo fator (maior número de espécies) e aquelas abaixo negativamente (menor número de espécies).

A composição de espécies de insetos representada pela ordenação em duas dimensões por análise não métrica de escalas multidimensionais (NMDS) variou em relação a distância do fragmento mais próximo (Pillai = 0,32; gl = 2 e 116; $p < 0,001$), sendo que cultivos mais distantes tiveram um subconjunto das espécies mais frequentes que nos cultivos mais próximos aos fragmentos florestais (Fig. 4). Além disso, essa composição de espécies

dependeu tanto da semana (Pillai = 0,60; gl = 26 e 234; $p < 0,001$), quanto do local de amostragem (Pillai = 1,63; gl = 16 e 234; $p < 0,001$).

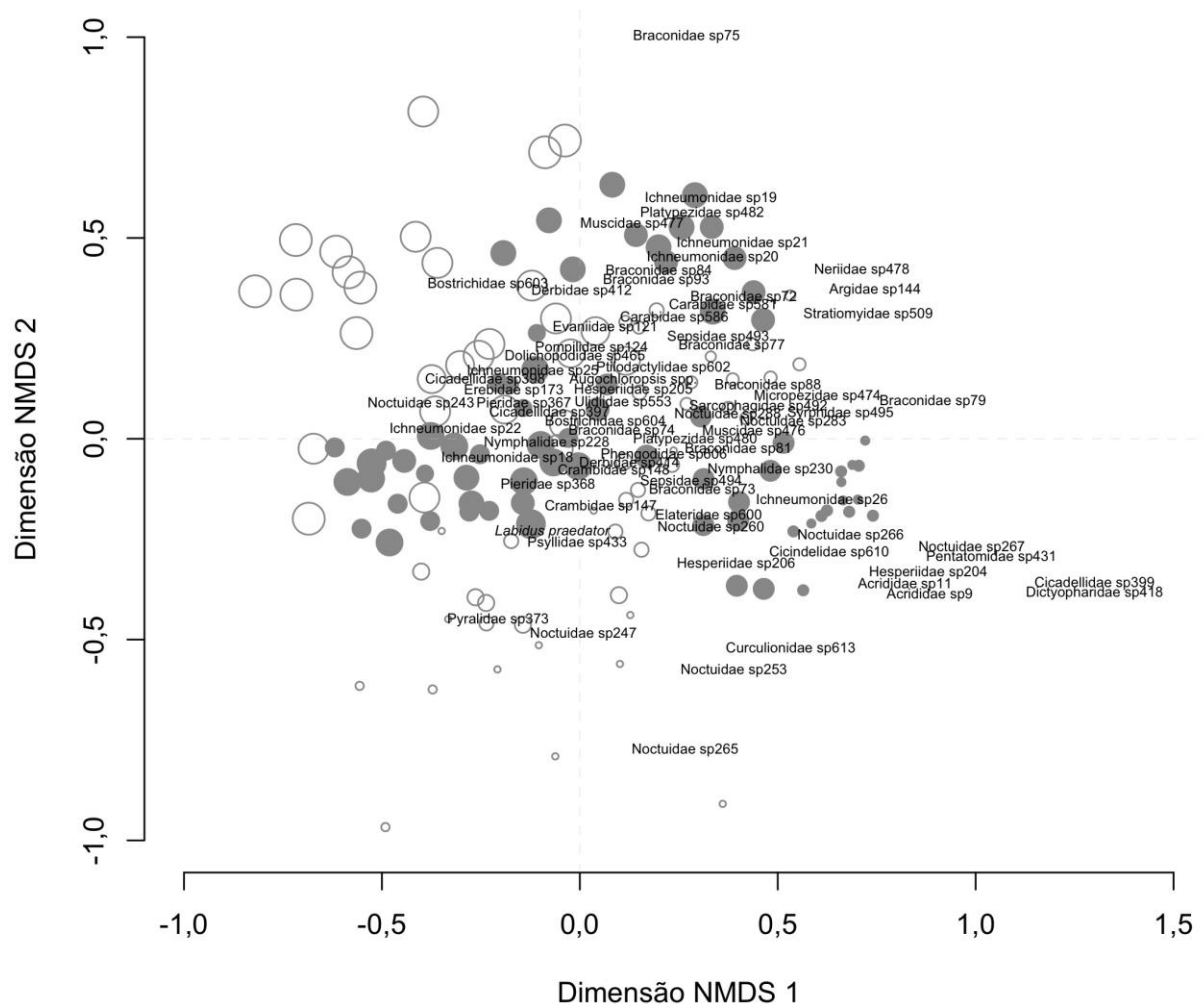


Figura 4. Ordenação de 140 observações da comunidade de insetos por análise não métrica de escalas multidimensionais (NMDS) em duas dimensões ($R^2 = 0,678$). A posição do nome das (morfo) espécies indica a correlação dessas com o plano da ordenação. O tamanho dos pontos é diretamente proporcional ao número de semanas desde a primeira observação. Pontos preenchidos indicam locais mais próximos a fragmentos florestais (180 - 250 m) e pontos vazios locais mais distantes (700 - 900 m). Note que poucas espécies parecem ocorrer exclusivamente nas observações em cultivos distantes de fragmentos florestais (pontos vazios) e somente nas primeiras semanas (pontos menores).

DISCUSSÃO

Nossos resultados revelam que a diversidade de insetos amostrados nos cultivos agrícolas de produção familiar é dependente da distância dos fragmentos de mata. De fato, ao longo das semanas o número de espécies foi maior nos cultivos próximos aos remanescentes, mostrando que os fragmentos existentes na paisagem local influenciam na diversidade de

insetos nos sistemas agrícolas. Notadamente, a distância entre o cultivo e o fragmento foi o fator determinante para a colonização de insetos nos ambientes agrícolas, já que as áreas cultivadas mais afastadas tiveram menos insetos e menor diversidade.

A diversidade de espécies, maior em cultivos próximos aos remanescentes florestais mostra que na região Norte de Mato Grosso, onde o estudo foi realizado, apesar da intensa fragmentação da floresta, devido ocupação humana há aproximadamente meio século, esses habitats naturais contribuem para a diversidade de insetos que colonizam ambientes agrícolas no seu entorno. Com uma diversidade de insetos se movimentando-se nas áreas agrícolas, os vegetais cultivados são beneficiados por predadores, parasitoides, polinizadores, entre outros grupos e isso pode resultar em melhores rendimentos às culturas.

De maneira geral, em regiões com paisagens naturais fragmentadas como a que estudamos, ocupadas por pequenos lotes rurais com agricultura de produção familiar, o favorecimento de uma diversidade de insetos em sistemas de cultivos de produção familiar, mesmo sendo de manejo convencional, pode ser maior. Esse aumento é favorecido pela proximidade dos fragmentos entre si e dos cultivos com o remanescente. De fato, a proximidade de ambientes agrícolas às florestas permite maior colonização de insetos, pois favorece o deslocamento de diferentes grupos taxonômicos dos remanescentes naturais às culturas (Samways et al. 2020).

Neste sentido, os fragmentos podem melhorar a diversidade regional e servirem como trampolins de habitats temporários para hibernação de muitos insetos (Duelli e Obrist 2003). Além disso, a maioria das espécies é especializada em experimentar seu entorno em escalas espaciais menores (Tscharrntke et al. 2008). Assim, é possível que alguns grupos de insetos, como os herbívoros, por exemplo, migrem do habitat natural para as culturas agrícolas favorecendo a manutenção das populações de predadores e parasitoides devido maior oferta de recursos alimentares das populações de fitófagos (Rand e Louda 2006; Altieri et al. 2007; Aizen et al. 2009; Macfadyen et al. 2015; Silva et al. 2019).

As pequenas manchas florestais inseridas em meio a uma matriz agrícola manejada servem como habitats para muitas espécies (Harvey et al. 2006; Decocq et al. 2016), especialmente em modelos de produção agroecológicos. Além disso, esses ambientes naturais são fonte de recursos alimentares aos insetos benéficos de muitas espécies durante o período de pousio (entressafra) nos sistemas agrícolas (Collinge 1996; Rusch et al. 2010; Rogan et al.

2018), especialmente predadores e parasitoides durante a baixa infestação de herbívoros nas lavouras (Tschardt et al. 2002; Rusch et al. 2010; Macfadyen e Muller 2013; Buchori et al. 2019). Notadamente, quanto mais perto o cultivo estiver do fragmento natural, menor é o isolamento e mais fácil é o deslocamento de diferentes grupos de insetos até ele.

Por outro lado, diversos estudos indicam que a fragmentação de habitat tem efeitos negativos sobre a biodiversidade (Hanski 2015; Fletcher et al. 2018; Püttker et al. 2020), enquanto outros enfatizam a importância dos fragmentos florestais para os diferentes grupos de insetos em ambientes agrícolas (Brose 2003; Schnitzler et al. 2011; Kőrösi et al. 2012; Bortolotto et al. 2016; Neoh et al. 2017). Como as áreas de floresta primária na região Norte do Mato Grosso foram convertidas em agricultura/pecuária, a conservação da biodiversidade dependerá do escopo dentro da matriz em que está inserida. Os fragmentos de mata retidos na paisagem agrícola podem fornecer recursos e habitats para comunidade de insetos essenciais às culturas. Contudo, o efeito mediado pela distância entre o cultivo e o fragmento é crucial no estabelecimento de diferentes interações ecológicas. Essas interações são aumentadas com a presença de remanescentes florestais (Sahari et al. 2010; González et al. 2015; Buchori et al. 2019).

Outros aspectos como a forma de manejo, variedades das culturas nas localidades também contribuem para nossos resultados. Os fragmentos abrigam uma diversidade de espécies que se conectam com maior facilidade à área cultivada em função da distância em que esses cultivos estão instalados do remanescente (Letourneau et al. 2012; Buchori et al. 2019). Entretanto, apesar da diversificação de culturas existente nos ambientes amostrados, a influência de que a biodiversidade de insetos que colonizam os cultivos depende de habitats naturais, é aumentada com a presença desses ambientes e não com a vegetação das culturas foi relatada por González et al (2015).

Cabe ressaltar que, apesar de mais espécies ocorrerem nos locais mais próximos aos remanescentes naturais, em duas áreas próximas a eles, o número de espécies foi negativamente afetado, o que acreditamos estar relacionado com a forma de manejo, especialmente o uso de pesticidas. Em todos os locais amostrados, pesticidas foram usados para o controle de insetos considerados pragas (observação feita no campo). Entretanto, nessas duas áreas (que são próximas uma da outra), o uso comum de um inseticida sintético, de nome comercial Cypermétril (piretróide, classificação toxicológica I, ingrediente ativo Cypermétrina), de amplo espectro, deve ter reduzido a riqueza de espécies.

De fato, com insegurança de informações e suporte técnico precário, o uso de pesticidas pelos agricultores familiares pode se desviar drasticamente das recomendações agronômicas. Com isso, não descartamos a tendência de utilização inadequada de compostos perigosos, já que em outra área amostrada, mais distante do fragmento florestal, e que também fez uso do mesmo inseticida, a riqueza de espécies foi menor quando comparada as demais áreas com o mesmo perfil de distância.

A baixa diversidade de espécies nos locais amostrados mais afastados dos remanescentes ocorre devido à distância destes em relação ao fragmento. Quanto mais distante destes ambientes, mais pobre se torna a fauna (Quinn & Harrison, 1988), sendo o acesso dessas espécies ao habitat natural (remanescente), menos provável. O conjunto de espécies nos ambientes mais distantes do remanescente parece ser subconjuntos aninhados daqueles em áreas mais próximas aos fragmentos. A provável explicação para esse conjunto firma-se na seleção de organismos resistentes às modificações da paisagem, agrupados com base em seus traços ecológicos distintos em função de sua maior habilidade em persistir ou resistir as condições bióticas e abióticas diferentes do habitat natural (Vandewalle et al. 2010; Bello et al. 2010).

Embora os ambientes agrícolas amostrados possam proporcionar benefícios para os diferentes grupos de insetos em função de sua proximidade ou não com os fragmentos de mata, possivelmente os subconjuntos apresentem características biológicas e respostas ecológicas diferenciadas do conjunto de espécies antes existentes na floresta primária intacta da região. Essas espécies parecem ter encontrado estratégias alimentares e condições de habitat (variáveis bióticas e abióticas) dentro de um limite tolerável nos locais amostrados em um contexto onde o cultivo e a paisagem circundante funcionam como gradientes de seleção para um conjunto regional. Entretanto, independentemente dos fatores físicos e biológicos, a dispersão de uma determinada espécie está diretamente ligada à sua habilidade de chegar até determinado local (Hoffsten 2004). Geralmente um conjunto de espécies que exploram a mesma classe de recursos alimentares, encontra respostas similares às condições ambientais ou com efeitos semelhantes em determinado processo ecossistêmico (Chapin et al. 2000). Além disso, a falta de populações mais estruturadas, é uma condição muito comum em paisagens cultivadas (Duelli e Obrist 2003), sendo a riqueza de espécies menor em locais com pouca ou nenhuma conexão com o habitat natural (Collinge, 2000).

Em cultivos mais distantes do habitat natural, ocorre menor diversidade em espécies devido à redução de recursos alimentares, maior competitividade das espécies entre si, entre outros fatores. A evidência de que a dificuldade de sobrevivência da população, em função às diferentes barreiras que limitam a dispersão foi relatada por Fischer e Lindenmayer (2007). Neste sentido, não medimos a escala de capacidade de dispersão dos insetos amostrados nos locais mais distantes, pois nosso foco foi avaliar o efeito da distância entre os cultivos e os fragmentos de mata na diversidade de insetos. No entanto, alguns organismos apresentam mais vantagens no deslocamento e colonização em locais mais afastados do habitat natural, enquanto outros são mais afetados, sendo que as espécies mais afetadas, as especialistas de níveis tróficos mais altos, por exemplo, são mais sensíveis as alterações ambientais (Gibb e Hochuli 2002; Tschardtke e Brandl 2004), a permanência de espécies generalistas nos cultivos distantes é mais provável (Rocha et al. 2011).

Duas áreas afastadas dos remanescentes apresentaram riqueza intermediária, sugerindo que a configuração da vegetação da paisagem do entorno, assim como o tipo de manejo desses dois sistemas agrícolas tenham contribuído para a riqueza das espécies amostrada. Outra explicação para a riqueza média de insetos nesses ambientes se sustenta no manejo dos cultivos, já que a conservação da biodiversidade de insetos depende muito de como a matriz agrícola é gerenciada (Tavares et al. 2019). A presença de ambientes com faixas de vegetação nativa de característica herbácea no entorno, deixada ao acaso pelos agricultores, mesmo sem o conhecimento destes, também podem ser consideradas estratégias importantes para a conservação de insetos (Medeiros 2010; Wezel et al. 2014).

Observamos que o número médio de espécies ao longo das semanas foi sempre maior nos locais mais próximos aos fragmentos florestais e, independentemente dessa distância, com o passar do tempo o número de espécies diminuiu. Sugerimos que esse declínio teve forte associação com fatores ambientais, como o ciclo das culturas durante a fase fenológica de maior desenvolvimento das plantas. Durante o crescimento, determinadas culturas são atacadas precocemente por algumas espécies de fitófagos em função de alguns recursos alimentares (teores de proteína), das folhas por exemplo, serem mais atrativos (Van Emden, 1965). Com a maturação das culturas, muitas proteínas se decompõem, se tornando desta forma menos palatáveis aos herbívoros (Onstad e Gould 1998). Como as áreas amostradas apresentavam culturas diversas, sugerimos que outros grupos (predadores, parasitoides,

polinizadores, detritívoros) também foram beneficiados com a duração da maioria das culturas.

Consideramos que na região de domínio de Floresta Amazônica, a diversidade de insetos que se movimenta nos sistemas agrícolas de produção familiar, mesmo sendo manejados convencionalmente é influenciada pela proximidade dos cultivos aos fragmentos florestais. Entretanto, ao longo da fenologia das plantas, ocorreu uma diminuição acentuada do número de insetos. Esse efeito, influenciado pela maturação das plantas cultivadas (culturas temporárias) pode ter provocado o movimento de volta para muitas espécies de insetos aos fragmentos de mata. O limite abrupto, como a ausência de borda entre o fragmento e o cultivo, definidos arbitrariamente pelo agricultor foi reportado por Macfadyen e Muller (2013) como aspecto a ser considerado para o retorno de muitas espécies de insetos aos remanescentes devido a maturação das culturas.

De maneira geral, nossos resultados parecem concordar com diversos estudos sobre a manutenção da diversidade de espécies em pequenos fragmentos (Fahrig e Triantis 2013; Demite et al. 2015; Fahrig 2017; Fahrig 2018; Fahrig et al. 2019). Entretanto, o declínio da biodiversidade de insetos essenciais à agricultura, devido à perda e fragmentação de florestas, independentemente do tamanho do fragmento tem sido foco de muitos debates na última década. Neste sentido, chamamos a atenção para a necessidade de mais estudos na região, já que não avaliamos a diversidade de espécies nos remanescentes.

REFERÊNCIAS

- Aizen M, Feinsinger P (1994) Habitat Fragmentation, Native Insect Pollinators, and Feral Honeybees in Argentine 'Chaco Serrano'. *Ecological Applications* 4:378-392. <https://doi:10.2307/1941941>
- Aizen MA, Garibaldi LA, Cunningham AS, Klein LM (2009) How much does agriculture depend on pollinators? Lessons from long-term trends in crop production. *Annals of Botany* 103:1579–1588. <https://doi:10.1093/aob/mcp076>
- Altieri MA, Ponti L, Nicholls CI (2007) Manejando insetos-praga com a diversificação de plantas. *Agriculturas* 4:20-23. <http://aspta.org.br/files/2019/10/Artigo-04.pdf>. Acessado em 19 de novembro de 2019

Andresen E (2003) Effect of forest fragmentation on dung beetle communities and functional consequences for plant regeneration. *Ecography* 26:87–97. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0587.2003.03362.x>

Bello F, Lavorel S, Díaz S, Harrington R, Cornelissen JHC, Bardgett RD, Berg MP, Cipriotti P, Feld CK, Hering D, da Silva PM, Potts SG, Sandin L, Sousa JP, Storkey J, Wardle DA, Harrison PA (2010) Towards an assessment of multiple ecosystem processes and services via functional traits. *Biodiversity and Conservation* 19:2873–2893. <https://doi.org/10.1007/s10531-010-9850-9>

Bortolotto OC, Menezes Júnior AO, Hoshiro AO, Thibes A, Campos, TA (2016) A distância da borda dos fragmentos florestais influencia a abundância de hoverflies afidófagos (Diptera: Syrphidae) nos campos de trigo. *Acta Scientiarum. Agronomy* 38:157-164. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v38i2.27711>

Brasil. Departamento Nacional de Produção Mineral (1976) Projeto Radam Brasil – Radar na Amazônia: geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Folha Belém SA.22. Rio de Janeiro – RJ

Brose U (2003) Bottom-up control of carabid beetle communities in early successional wetlands: Mediated by vegetation structure or plant diversity? *Oecologia* 135:407–413. <https://doi.org/10.1007/s00442-003-1222-7>

Buchori D, Rizali AB, Larasati A, Hidayat P, Ngo H, Gemmil-Herren B (2019) Natural habitat fragments obscured the distance effect on maintaining the diversity of insect pollinators and crop productivity in tropical agricultural landscapes. *Heliyon* 5:e01425.5. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01425>

Cardoso P, Barton PS, Birkhofer K et al (2020) Scientists' warning to humanity on insect extinctions. *Biological Conservation* 242:108426. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108426>

Chapin FS, Zaveleta ES, Eviner VT, Naylor RL, Vitousek PM, Reynolds HL, Hooper DU, Lavorel S, Sala OE, Hobbie SE, Mack MC, Díaz S (2000) Consequences of changing biodiversity. *Nature* 405:234-242. <https://dx.doi.org/10.1038/35012241>

Collinge SK (1996) Ecological consequences of habitat fragmentation: implications for landscape architecture and planning. *Landscape and Urban Planning* 36:59-77. http://todd.bendor.org/upload/wuhan2017/Collinge_1996.pdf. Acessado em 15 de outubro de 2019

Collinge SK (2000) Effects of grassland fragmentation on insect species loss, colonization, and movement patterns. *Ecology* 81:2211-2226. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2000\)081](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2000)081)

Decocq G, Andrieu E, Brunet J et al (2016) Ecosystem Services from Small Forest Patches in Agricultural Landscapes. *Current Forestry Reports* 2:30–44. <https://doi.org/10.1007/s40725-016-0028-x>

Demite PR, Feres RJF, Lofego AC (2015) Influence of agricultural environment on the plant mite community in forest fragments. *Brazilian Journal of Biology* 75:396-404. <http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.14913>

Didham RK, Ghazoul J, Stork NE, Davis AJ (1996) Insects in fragmented forests: a functional approach. *Trends in Ecology & Evolution* 11:255-260. [https://doi:10.1016/0169-5347\(96\)20047-3](https://doi:10.1016/0169-5347(96)20047-3)

Diniz-Filho JAF, Oliveira G, Lobo F, Ferreira LG, Bini LM, Rangel TFLVB (2009) Agriculture, habitat loss and spatial patterns of human occupation in a biodiversity hotspot. *Scientia Agricola* 66:764-771. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162009000600007>

Dirzo R, Young HS, Galetti M, Ceballos G, Isaac NJB, Collen B (2014) Defaunation in the Anthropocene. *Science* 345: 6195: 401-406. <https://doi10.1126/science.1251817>

Driscoll DA (2004) Extinction and outbreaks accompany fragmentation of a reptile community. *Ecological Applications* 14:220-240. <https://doi.org/10.1890/02-5248>

Duelli, P, Obrist M (2003) Regional biodiversity in an agricultural landscape: The contribution of seminatural habitat islands. *Basic and Applied Ecology* 4:129-138. <https://doi:10.1078/1439-1791-00140>

Fahring L (2003) Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 34:487-515. <https://doi:10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132419>

Fahrig L (2017) Ecological Responses to Habitat Fragmentation Per Se. Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics 48:1-23. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-110316-022612>

Fahrig L (2018) Habitat fragmentation: a long and tangled tale. Global Ecology and Biogeography 28:33-41. <https://doi:10.1111/geb.12839>

Fahrig L, Arroyo-Rodríguez V, Bennett JR et al (2019) Is habitat fragmentation bad for biodiversity? Biological Conservation 230:179-186. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.12.026>

Fahrig L, Triantis K (2013) Rethinking patch size and isolation effects: the habitat amount hypothesis. Journal of Biogeography 40:1649-1663. <https://doi:10.1111/jbi.12130>

Ferreira JCV (2001) Mato Grosso e seus Municípios. Secretaria de Estado da Educação – SEDUC. Editora Buriti, Cuiabá – MT

Fischer J, Lindenmayer DB (2007) Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis. Global Ecology and Biogeography 16:265–280. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2007.00287.x>

Fletcher RJ, Didham R K, Banks-Leite C, Barlow J, Ewers RM, Rosindell J, Holt RD, Gonzalez A, Pardini R, Damscheni EI, Melo FPL, Ries L, Prevedello JA, Tscharrntke T, Laurance WF, Lovejoy T, Haddad NM (2018) Is habitat fragmentation good for biodiversity? Biological Conservation 226:9-15 <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.07.022>

Foley JA, De Fries R, Asner GP, Barford C, Bonan G, Carpenter SR, Chapin FS, Coe MT, Dayli GC, Gibbs HK, Helkowski JH, Holloway T, Howard EA, Kucharik CJ, Monfreda C, Patz JA, Prentice IC, Ramankutty N, Snyder P (2005) Global consequences of land use. Science 309:570-574. <https://doi:10.1126/science.1111772>

Gibb, H. & Hochuli, D.F. (2002) Habitat fragmentation in an urban environment: large and small fragments support different arthropod assemblages. Biological Conservation 106:91–100. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(01\)00232-4](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(01)00232-4)

González E, Salvo A, Defagó MT, Valladares GA (2016) Moveable Feast: Insects Moving at the Forest-Crop Interface Are Affected by Crop Phenology and the Amount of Forest in the Landscape. *PLoS One* 11: e0158836. <https://doi:10.1371/journal.pone.0158836>

González E, Salvo A, Valladares G (2015) Your enemies are my enemies: evidence of forest contribution to natural enemy communities in crops, at different spatial scales. *Insect Conservation and Diversity* 8:359–366. <https://doi:10.1111/icad.12117>

Guo Q, Riitters KH, Potter KM A (2018) Subcontinental Analysis of Forest Fragmentation Effects on Insect and Disease Invasion. *Forests* 9:744. <https://doi:10.3390/f9120744>

Habel JC, Samways MJ, Schmitt T (2019) Mitigating the precipitous decline of terrestrial European insects: requirements for a new strategy. *Biodiversity and Conservation* volume 28:1343-1360. <https://doi:10.1007/s10531-019-01741-8>

Haddad N, Brudvig L, Clobert J, Davies K, Gonzalez A, Holt RD, Lovejoy TE, Sexton JO, Austin MP, Collins CD, Cook Wm, Damschen EI, Ewers RM, Foster BL, Jenkins CN, King AJ, Laurance WF, Levey DJ, Margules CR, Melbourne BA, Nicholls AO, Orrock JL, Song D-X, Townshend JR (2015) Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth ecosystems. *Science Advances* 1:1-9. <https://doi:10.1126/sciadv.1500052>

Hallmann CA, Sorg M, Jongejans E, Siepel H, Hofland N, Schwan H, Stenmans W, Müller A, Sumser H, Hörren T, Goulson D, Kroon H (2017) More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PloS One* 12:e0185809. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809>

Hanski I (2015) Habitat fragmentation and species richness. *Journal of Biogeography* 42:989-993. <https://doi.org/10.1111/jbi.12478>

Harvey CA, Medina A, Sánchez DM, Vílchez S, Hernández B, Saenz JC, Maes JM, Casanoves F, Sinclair FL (2006) Patterns of animal diversity associated with different forms of tree cover retained in agricultural landscapes. *Ecological Applications* 16:1986–1999. <https://doi:10.1890/1051-0761>

Hass AL, Kormann UG, Tschardt T, Clough Y, Baillod AB, Sirami C, Fahrig L, Martin JL, Baudry J, Bertrand C, Bosch J, Brotons L, Burel F, Georges R, Giralt D, Marcos-Garcia MA, Ricarte A, Siriwardena G, Batáry (2018) Landscape configurational heterogeneity by

small-scale agriculture, not crop diversity, maintains pollinators and plant reproduction in western Europe. *Royal Society* 285:1-10. <https://doi.org/10.1098/rspb.2017.2242>

Hoffsten PO (2004) Site-occupancy in relation to flight-morphology in caddisflies *Freshwater Biology* 49:810–817. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2004.01229.x>

Jankielsohn A (2018) The Importance of Insects in Agricultural Ecosystems. *Advances in Entomology* 06:62-73. <https://doi:10.4236/ae.2018.62006>

Johnson S (2004) The consequences of habitat fragmentation for plant–pollinator mutualisms. *International Journal of Tropical Insect Science* 24:29-43. <https://doi:10.1079/IJT20049>

Kőrösi A, Batary P, Orosz A, Rédei D, Báldi A (2012) Effects of grazing, vegetation structure and landscape complexity on grassland leafhoppers (Hemiptera: Auchenorrhyncha) and true bugs (Hemiptera: Heteroptera) in Hungary. *Insect Conservation and Diversity* 5:57-66. <https://doi:10.1111/j.1752-4598.2011.00153.x>

Kruess A, Tschardt T (2000) Effects of Habitat Fragmentation on Plant-Insect Communities. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-017-1913-1_4

Letourneau DK, Allen SGB, Stireman III JO (2012) Perennial habitat fragments, parasitoid diversity and parasitism in ephemeral crops. *Journal of Applied Ecology* 49:1405–1416. <https://doi:10.1111/jpe.12001>

Liu J, Coomes D, Gibson L, Hu G, Liu, Jinliang L, Luo Y, Wu C, Yu M (2019) Forest fragmentation in China and its effect on biodiversity: China's forest fragmentation and biodiversity. *Biological Reviews* 94:1636-1657. <https://doi:10.1111/brv.12519>

Macfadyen S, Muller W (2013) Edges in agricultural landscapes: species interactions and movement of natural enemies. *PloS One* 8:e59659. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0059659>

Macfadyen S, Hopkinson J, Parry H, Neave MJ, Neave MJ, Bianchi FJJA, Zalucki DP, Schellhorn NA (2015) Early-season movement dynamics of phytophagous pest and natural enemies across a native vegetation-crop ecotone. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 200:110-118. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.11.012>

Maitelli GT (2005) Interações atmosfera-superfície: o clima. Geografia de Mato Grosso: território, sociedade e ambiente. Entrelinhas/EDUFMT, Cuiabá – MT

Markl JS, Schleuning M, Forget PM, Jordano P, Lambert JE, Traveset A, Wright SJ, Bohning-Gaese K (2012) Meta-analysis of the effects of human disturbance on seed dispersal by animals. *Conservation Biology* 26:1072–1081. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2012.01927.x>

Medeiros MA, (2010) Princípios e práticas ecológicas para o manejo de insetos-praga na agricultura / Maria Alice de Medeiros... [et al.]. Emater, Brasília – DF

Miranda L, Amorim L (2001) Atlas Geográfico de Mato Grosso. Entrelinhas, Cuiabá – MT

Moreira MLC, Vasconcelos TNN (2007) Mato Grosso: Solos e Paisagens. Entrelinhas, Cuiabá - MT

Neoh K-B, Bong L-J, Muhammad A, Itoh M, Kozan O, Takematsu Y, Yoshimura T (2017) The effect of remnant forest on insect successional response in tropical fire-impacted peatland: A bi-taxa comparison. *PloS One* 12:e0174388. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174388>

Öckinger E, Smiths HG (2007) Semi-natural grasslands as population sources for pollinating insects in agricultural landscapes. *Journal of Applied Ecology* 44:50–59 <https://doi:10.1111/j.1365-2664.2006.01250.x>

Onstad DW, Gould F (1998) Do Dynamics of Crop Maturation and Herbivorous Insect Life Cycle Influence the Risk of Adaptation to Toxins in Transgenic Host Plants? *Environmental Entomology* 27:517–522. <https://doi.org/10.1093/ee/27.3.517>

Perrings C, Halkos G (2015) Agriculture and the threat to biodiversity in sub-Saharan Africa. *Environmental Research Letters* 10: 095015. <https://doi:10.1088/1748-9326/10/9/095015>

Proesmans W (2019) The Importance of Small Forest Fragments for Pollination Services in Agricultural Landscapes. Tese, Faculty of Bioscience Engineering. <https://hdl.handle.net/1854/LU-8605393>. Acessado em 06 de março de 2019

- Proesmans, W, Bonte D, Smagghe G, Meeus I, Verheyen, K (2018) Importance of forest fragments as pollinator habitat varies with season and guild. *Basic and Applied Ecology* 34:95-107. <https://doi:10.1016/j.baae.2018.08.004>
- Püttker T, Crouzeilles R, Almeida-Gomes M et al (2020) Indirect effects of habitat loss via habitat fragmentation: A cross-taxa analysis of forest-dependent species. *Biological Conservation* 241:1-10. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108368>
- Quinn JF, Harrison SP (1988) Effects of habitat fragmentation and isolation on species richness: evidence from biogeographic patterns. *Oecologia* 75:132–140. <https://doi.org/10.1007/BF00378826>
- Quintero I, Tomas Roslin T (2005) Rapid recovery of dung beetle communities following habitat fragmentation in central Amazonia. *Ecology* 86:3303-3311. <https://doi.org/10.1890/04-1960>
- Rambaldi DM, Oliveira DAS (2003) Fragmentação de Ecossistemas: Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas. Ministério do Meio Ambiente – MMA, Brasília - DF
- Rand TA, Louda SM (2006) Spillover of agriculturally subsidized predators as a potential threat to native insect herbivores in fragmented landscapes. *Faculty Publications in the Biological Sciences* 20:1720–1729. <https://doi:10.1111/j.1523-1739.2006.00507.x>
- Ribas CR, Sobrinho TJ, Schoereder JH, Sperber CF, C. Lopes-Andradea C, Soares SM (2005) How large is large enough for insects? Forest fragmentation effects at three spatial scales. *Acta Oecologica* 27:31-34. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2004.08.008>
- Rocha J, Almeida J, Lins G, Durval A (2011). Insects as indicators of environmental changing and pollution: a review of appropriate species and their monitoring. *Holos Environment* 10:250-262. <https://doi:10.14295/holos.v10i2.2996>
- Rogan JE, Lacher Jr TE (2018) Impacts of Habitat Loss and Fragmentation on Terrestrial Biodiversity. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.10913-3>

- Rösch V, Tschardt T, Scherber C, Batáry P (2015) Biodiversity conservation across taxa and landscapes requires many small as well as single large habitat fragments. *Oecologia* 179:209-22. <https://doi:10.1007/s00442-015-3315-5>
- Rusch A, Valantin-Morison M, Sarthou J-P, Roger-Estrade J (2010) Biological Control of Insect Pests in Agroecosystems: Effects of Crop Management, Farming Systems, and Seminatural Habitats at the Landscape Scale: a review. *Advances in Agronomy* 109:2019-259. [https://doi:10.1016/S0065-2113\(10\)09006-1](https://doi:10.1016/S0065-2113(10)09006-1)
- Sahari B, Rizali A, Buchori D (2010) Insect pollinator communities under changing land-use in tropical landscapes: implications for agricultural management in Indonesia. *Tropical Rainforests and Agroforests under Global Change (EBook)*. Environmental Science and Engineering. https://doi:10.1007/978-3-642-00493-3_4
- Samways MJ, Barton PS, Birkhofer K et al (2020) Solutions for humanity on how to conserve insects Author links open overlay panel. *Biological Conservation* 242:108427. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108427>
- Sánchez-Bayo F, Wyckhuys KAG (2019) Worldwide decline of the entomofauna: a review of its drivers. *Biological Conservation* 232:8–27. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.01.020>
- Schnitzler FR, Hartley S, Lester PJ (2011) Trophic-level responses differ at plant, plot, and fragment levels in urban native forest fragments: a hierarchical analysis. *Ecological Entomology* 36:241–250. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2311.2011.01266.x>
- Silva GS, Jahnke SM, Johnson NF (2019) Riparian forest fragments in rice fields under different management: differences on hymenopteran parasitoids diversity. *Brazilian Journal of Biology* 80:122-132. <https://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.194760>
- Tavares PD, Uzêda, MC, Pires AS (2019) Biodiversity Conservation in Agricultural Landscapes: the Importance of the Matrix. *Floresta e Ambiente* 26:e20170664. <https://doi.org/10.1590/2179-8087.066417>
- Teston JA, Novaes JB, Almeida-Júnior JOB (2012) Abundância, Composição e Diversidade de Arctiinae (Lepidoptera, Arctiidae) em um fragmento de floresta na Amazônia Oriental em Altamira, PA, Brasil. *Acta Amazônica* 42:105-114. <https://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672012000100013>

- Townes HA (1972) A light-weight Malaise trap. *Entomological News* 83:239-247. <https://www.researchgate.net/attachment/download>
- Tscharntke T, Brandl R (2004) Plant-Insect Interactions in Fragmented Landscapes. *Annual Review of Entomology* 49:405-30. <https://doi:10.1146/annurev.ento.49.061802.123339>
- Tscharntke T, Steffan-Dewenter I, Kruess A, Thies C (2002) Contribution of small habitats to conservation of insect communities of grassland-cropland landscapes. *Ecological Applications* 12:354-363. <https://doi:10.2307/3060947>
- Tscharntke T, Sekercioglu CH, Dietsch TV, Sodhi NS, Hoehn P, Tylianakis JM (2008) Landscape constraints on functional diversity of birds and insects in tropical agroecosystems. *Ecology* 89:944-51. <https://doi:10.1890/07-0455.1>
- Tu TH, Wang JR, Gu JQ, Li TQ, Lv K, Zhou GX, Xu ZH (2019) Effects of habitat fragmentation on the functional diversity of insects in Thousand Island Lake, China. *Entomological Research* 49:93-104. <https://doi.org/10.1111/1748-5967.12329>
- Van Emden HF (1965) The effect of uncultivated land on the distribution of cabbage aphid (*Brevicoryne brassicae*) on an adjacent crop. *Journal of Applied Ecology* 2:171–196. <https://doi:10.2307/2401703>
- Vandewalle M, De Bello F, Berg MP, Bolger T, Dolédec S, Dubs F, Feld CK, Harrington R, Harrison PA, Lavorel S, Martins da Silva P, Moretti M, Niemelä J, Santos P, Sattler T, Sousa JP, Sykes MT, Vanbergen AJ, Woodcock BA (2010) Functional traits as indicators of biodiversity response to land use changes across ecosystems and organisms. *Biodiversity and Conservation* 19:2921–2947. <https://doi.org/10.1007/s10531-010-9798-9>
- Vandewoestijne S, Polus E, Baguette M (2005) Fragmentation and insects: theory and application to calcareous grasslands. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement* 9:149-142. https://www.researchgate.net/publication/26407229_Fragmentation_and_insects_Theory_and_application_to_calcareous_grasslands. Acessado em 01 de junho de 2019.
- Wezel A, Casagrande M, Celette F, Vian J-F, Aurélie Ferrer A, Peigné J (2014) Agroecological practices for sustainable agriculture. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 34:1-20. <https://doi:10.1007/s13593-013-0180-7>

Zhang W, Ricketts TH, Kremen C, Carney K, Swinton SM (2007) Ecosystem services and dis-services to agriculture. *Ecological Economics* 64:253-260.

<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.02.024>

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em regiões como a norte mato-grossense onde agricultura de produção familiar ainda uma atividade econômica para muitas famílias, os fragmentos (resquícios da Floresta Amazônica) podem ampliar a riqueza de insetos essenciais aos ambientes agrícolas. Quanto maior for a proximidade do cultivo ao fragmento, maior a colonização de insetos, entre eles os benéficos como polinizadores, detritívoros, predadores e parasitoides. Uma diversidade maior na comunidade de insetos nesses sistemas agrícolas pode contribuir na manutenção dos bons níveis de serviços ecológicos aumentando a produção agrícola.

Em função da diversidade de insetos observada em nosso estudo, o modelo de agricultura familiar pode ser considerado menos invasivo à diversidade de insetos, que são essenciais para a manutenção do equilíbrio biológico do ambiente. Por isso, as iniciativas de conservação da biodiversidade podem considerar os fragmentos existentes no escopo da paisagem, especialmente em função de que esses espaços favorecem o deslocamento de insetos benéficos para os cultivos agrícolas de produção familiar instalados no entorno.

Os sistemas familiares de produção agrícola, conectados a esses fragmentos, além de poder aproveitar da biodiversidade da entomofauna dos remanescentes são importantes para a manutenção da comunidade de insetos, ao contrário da agricultura mecanizada e extensiva que normalmente elimina grandes extensões de florestas e o que resta destes remanescentes florestais.

Chamamos a atenção para a importância de incentivo e apoio técnico às famílias agricultoras como parte beneficiada para a necessidade de manutenção e restauração de habitats naturais maximizando as diferentes conexões entre insetos e outros seres essenciais às culturas. Essa iniciativa pode ser uma contribuição interessante na manutenção da biodiversidade em níveis locais e regionais, já que os insetos são vitais na cadeia alimentar e a produção agrícola está condicionada a esses organismos.

Consideramos que nossos estudos realizados na região norte mato-grossense, envolvendo a participação da diversidade nas áreas de produção agrícola familiar e sua relação com os fragmentos de floresta foram adequados para estabelecermos de um modelo para as nossas análises. Contudo, sugerimos a realização de mais estudos nesta região, para identificar estratégias que conciliem a produção agrícola familiar e a conservação da

biodiversidade a partir da potencialidade biológica (entomofauna) dos fragmentos ainda existentes. Com o avanço da agricultura mecanizada na região, os remanescentes poderão em breve ceder lugar a monocultura e com isso favorecer poucas espécies de insetos em detrimento da perda de muitas outras.

ANEXOS

ANEXO 1

Autorização para atividades com finalidade científica



Ministério do Meio Ambiente - MMA
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 60761-1	Data da Emissão: 30/11/2017 10:53	Data para Revalidação*: 30/12/2018
* De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: Norma Aparecida de Oliveira	CPF: 580.819.251-04
Título do Projeto: A distância entre os sistemas de cultivo e os fragmentos de mata interfere na riqueza de pragas e inimigos naturais?	
Nome da Instituição: UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS	CNPJ: 07.775.847/0001-97

Cronograma de atividades

#	Descrição da atividade	Início (mes/ano)	Fim (mes/ano)
1	Coleta.	11/2017	02/2018
2	Triagem, fixação, identificação.	03/2018	12/2018
3	Produção científica.	01/2019	12/2019
4	Relatórios	01/2020	07/2020

Observações e ressalvas

1	As atividades de campo exercidas por pessoa natural ou jurídica estrangeira, em todo o território nacional, que impliquem o deslocamento de recursos humanos e materiais, tendo por objeto coletar dados, materiais, espécimes biológicos e minerais, peças integrantes da cultura nativa e cultura popular, presente e passada, obtidos por meio de recursos e técnicas que se destinem ao estudo, à difusão ou à pesquisa, estão sujeitas a autorização do Ministério de Ciência e Tecnologia.
2	Esta autorização NÃO exige o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de obter as anuências previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade, inclusive do órgão gestor de terra indígena (FUNAI), da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, ou do proprietário, arrendatário, posseiro ou morador de área dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso.
3	Este documento somente poderá ser utilizado para os fins previstos na Instrução Normativa ICMBio nº 03/2014 ou na Instrução Normativa ICMBio nº 10/2010, no que especifica esta Autorização, não podendo ser utilizado para fins comerciais, industriais ou esportivos. O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.
4	A autorização para envio ao exterior de material biológico não consignado deveser requerida por meio do endereço eletrônico www.ibama.gov.br (Serviços on-line - Licença para importação ou exportação de flora e fauna - CITES e não CITES).
5	O titular de licença ou autorização e os membros da sua equipe deverão optar por métodos de coleta e instrumentos de captura direcionados, sempre que possível, ao grupo taxonômico de interesse, evitando a morte ou dano significativo a outros grupos; e empregar esforço de coleta ou captura que não comprometa a viabilidade de populações do grupo taxonômico de interesse em condição in situ.
6	O titular de autorização ou de licença permanente, assim como os membros de sua equipe, quando da violação da legislação vigente, ou quando da inadequação, omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição do ato, poderá, mediante decisão motivada, ter a autorização ou licença suspensa ou revogada pelo ICMBio, nos termos da legislação brasileira em vigor.
7	Este documento não dispensa o cumprimento da legislação que dispõe sobre acesso a componente do patrimônio genético existente no território nacional, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva, ou ao conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, para fins de pesquisa científica, bioprospeção e desenvolvimento tecnológico. Veja maiores informações em www.mma.gov.br/cgen.
8	Em caso de pesquisa em UNIDADE DE CONSERVAÇÃO, o pesquisador titular desta autorização deveser contactar a administração da unidade a fim de CONFIRMAR AS DATAS das expedições, as condições para realização das coletas e de uso da infra-estrutura da unidade.

Equipe

#	Nome	Função	CPF	Doc. Identidade	Nacionalidade
1	Wedson Desiderio Fernandes	Pesquisador	015.850.848-32	8729825 SSP-SP	Brasileira
2	Valter Vieira Alves Junior	Pesquisador	015.380.308-99	9043059 SSP-SP	Brasileira

Locais onde as atividades de campo serão executadas

#	Município	UF	Descrição do local	Tipo
1	COLIDER	MT	Colider - MT	Fora de UC Federal

Atividades X Táxons

#	Atividade	Táxons

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 32899933



Página 1/3



Ministério do Meio Ambiente - MMA
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 60761-1	Data da Emissão: 30/11/2017 10:53	Data para Revalidação*: 30/12/2018
* De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: Norma Aparecida de Oliveira	CPF: 580.819.251-04
Título do Projeto: A distância entre os sistemas de cultivo e os fragmentos de mata interfere na riqueza de pragas e inimigos naturais?	
Nome da Instituição : UNIVERSIDADE FEDE3RAL DA GRANDE DOURADOS	CNPJ: 07.775.847/0001-97

1	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Diptera (*Qtde: 50), Hemiptera (*Qtde: 50), Hymenoptera (*Qtde: 50), Neuroptera (*Qtde: 50), Mantodea (*Qtde: 50), Orthoptera (*Qtde: 50), Dermaptera (*Qtde: 50), Coleoptera (*Qtde: 50), Lepidoptera (*Qtde: 50)
---	---	--

* Quantidade de indivíduos por espécie, por localidade ou unidade de conservação, a serem coletados durante um ano.

Material e métodos

2	Método de captura/coleta (Invertebrados Terrestres) – Insetos	Outros métodos de captura/coleta(malaise)
---	---	---

Destino do material biológico coletado

#	Nome local destino	Tipo Destino
1	UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS	coleção

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 32899933



Página 2/3

ANEXO 2

Lista de culturas observadas nas áreas amostradas

Culturas	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4	Área 5	Área 6	Área 7	Área 8	Área 9	Área 10	Obs.
1. Alface											Americana e crespa
2. Alho de cheiro											Conhecido como alho japonês
3. Almeirão											
4. Cebolinha											
5. Coentro											
6. Couve manteiga											
7. Couve-flor											
8. Rúcula											
9. Salsinha											
10. Abobora comum											
11. Abobora caxixe											
12. Abobora moranga											
13. Batata-doce											
14. Berinjela											
15. Feijão catador											
16. Feijão corda											
17. Feijão fava											Conhecido como fava rajada
18. Jiló											
19. Mandioca											Diversas variedades
20. Milho verde											
21. Pepino											
22. Pimenta comum											
23. Quiabo											
24. Tomatinho											
25. Tomate longa vida											
26. Vagem comprida											
27. Abacate											
28. Abacaxi pérola											
29. Banana nanica											
30. Banana maçã											
31. Banana da terra											
32. Caju											Amarelo ou vermelho
33. Jabuticaba											

34.	Jaca											
35.	Laranja comum											Variedade adaptada na região.
36.	Limão comum											Conhecido como limão rosa
37.	Mamão comum											
38.	Maracujá											Maracujá graúdo amarelo
39.	Melancia											
40.	Tangerina poncã											
41.	Tangerina murcot											Conhecida como Maricota

Células preenchidas = presença da cultura na área amostrada.

ANEXO 3

Dados referentes à identificação famílias dos insetos coletados

Ordem	Família (s)	Taxonomista/Especialista	Instituição	Depósito/Situação
Hymenoptera	1. Vespidae	Bhrenno Maykon Trad	Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade – PPGECEB/UFGD	Museu da Biodiversidade da Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais da Universidade Federal da Grande Dourados–UFGD.
	2. Pompilidae			
	3. Sphecidae			
	4. Evaniidae			
	5. Crabronidae			
	6. Scelionidae			
	7. Mutillidae			
	8. Argidae			
	9. Scoliidae			
	10. Pteromalidae			
	11. Perilapidae			
	12. Scoliidae			
	13. Andrenidae			
Hymenoptera	14. Apidae	Flávio Gato Cucolo	Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade – PPGECEB/UFGD	Museu da Biodiversidade da Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais da Universidade Federal da Grande Dourados–UFGD.
	15. Halictidae			
	16. Trigonalidae			
	17. Megalachidae			
Hymenoptera	18. Formicidae	Gustavo Henrique Machado dos Santos	Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade – PPGECEB/UFGD	Descartado após identificação.
Hymenoptera	19. Chalcididae	Bruno Cancian de Araújo	Universidade Federal do Espírito Santo – UFES.	Museu de Biologia da Universidade Federal do Espírito Santo–UFES, Brasil.
Hymenoptera	20. Argidae	Manoel Araújo Uchoa Fernandes	Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade – PPGECEB/UFGD	Laboratório de Biologia do Campus Universitário do Vale do Teles Pires Universidade do Estado de Mato Grosso – Unemat.

Coleoptera	21.	Chrysomelidae	Adelita Maria Linzmeier	Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade – PPGECEB/UFMG	Coleção Entomológica da Universidade Federal da Fronteira Sul–UFFS.
	22.	Carabidae			
	23.	Cerambycidae			
	24.	Lampyridae			
	25.	Elateridae			
	26.	Ptilodactylidae			
	27.	Bostrichidae			
	28.	Coccinellidae			
	29.	Phengodidae			
	30.	Mordellidae			
	31.	Dytiscidae			
	32.	Cicindelidae			
	33.	Staphylinidae			
	34.	Curculionidae			
	35.	Scarabaeidae			
	36.	Lycidae			
	37.	Meloidae			
	38.	Lagriidae			
	39.	Buprestidae			
	40.	Tenebrionidae			
	41.	Anthribidae			
Hymenoptera	42.	Braconidae	Angélica Penteado-Dias	Universidade Federal de São Carlos–UFSCar	Museu do Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva da Universidade Federal de São Carlos–UFSCar.
	43.	Ichneumonidae			
Diptera	44.	Athericidae	Camila Fernandes Conti	Museu de Zoologia da USP	Laboratório de Biologia do Campus Universitário do Vale do Teles Pires Universidade do Estado de Mato Grosso – Unemat (material excedente).
	45.	Dolichopodidae			
	46.	Micropezidae			
	47.	Pantophthalmidae			
	48.	Rhagionidae			
	49.	Ropalomeridae			
	50.	Richardiidae			
	51.	Sarcophagidae			
	52.	Sepsidae			
	53.	Syrphidae			
	54.	Somatidae			
	55.	Sciriidae			
	56.	Stratiomyidae			
	57.	Therevidae			

Diptera	58.	Asilidae	Manoel Araécio Uchoa Fernandes	Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade – PPGECEB/UFMG	Laboratório de Biologia do Campus Universitário do Vale do Teles Pires Universidade do Estado de Mato Grosso – Unemat (material excedente).
	59.	Calliphoridae			
	60.	Lonchaeidae			
	61.	Neriidae			
	62.	Muscidae			
	63.	Pipunculidae			
	64.	Platypezidae			
	65.	Tachinidae			
	66.	Tabanidae			
67.	Tephritidae				
68.	Ulidiidae				
Lepidoptera	69.	Crambidae	Fábio Henrique Carrocini	Empaer – MT	Descartado após identificação.
	70.	Cossidae			
	71.	Erebidae			
	72.	Geometridae			
	73.	Lasiocampidae			
	74.	Lymantriidae			
	75.	Noctuidae			
	76.	Pyralidae			
	77.	Sesiidae			
Lepidoptera	78.	Hesperiidae	Manoel Araécio Uchoa Fernandes	Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade – PPGECEB/UFMG	Descartado após identificação.
	79.	Lycaenidae			
	80.	Nymphalidae			
	81.	Papilionidae			
	82.	Pieridae			
	83.	Sphingidae			
Hemiptera	84.	Alydidae	Fábio Henrique Carrocini	Empaer – MT	Laboratório de Biologia do Campus Universitário do Vale do Teles Pires Universidade do Estado de Mato Grosso – Unemat.
	85.	Anthocoridae			
	86.	Berytidae			
	87.	Cercopidae			
	88.	Cicadellidae			
	89.	Cydnidae			
	90.	Derbidae			
	91.	Dictyopharidae			
	92.	Membracidae			
	93.	Miridae			

	94.	Pentatomidae					
	95.	Pysilidae					
	96.	Reduviidae					
	97.	Lygaeidae					
	98.	Tingidae					
Neuroptera	99.	Chrysopidae	Norma	Aparecida de Oliveira	Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade – PPGECEB/UFGD (doutoranda)	Laboratório de Biologia do Campus Universitário do Vale do Teles Pires Universidade do Estado de Mato Grosso – Unemat.	
	100.	Hemerobiidae	Nobre				
Mantodea	101.	Mantidae	Norma	Aparecida de Oliveira	Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade – PPGECEB/UFGD (doutoranda)	Laboratório de Biologia do Campus Universitário do Vale do Teles Pires Universidade do Estado de Mato Grosso – Unemat.	
	102.	Mantoididae	Nobre				
Dermaptera	103.	Forficulidae	Norma	Aparecida de Oliveira	Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade – PPGECEB/UFGD (doutoranda)	Laboratório de Biologia do Campus Universitário do Vale do Teles Pires Universidade do Estado de Mato Grosso – Unemat.	
			Nobre				
Orthoptera	104.	Acrididae	Norma	Aparecida de Oliveira	Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade – PPGECEB/UFGD (doutoranda)	Laboratório de Biologia do Campus Universitário do Vale do Teles Pires Universidade do Estado de Mato Grosso – Unemat.	
			Nobre				